GERMAN SCIENTIFIC AND TECHNOLOGICAL READER

GERMAN SCIENTIFIC

AND

TECHNOLOGICAL READER.

PART I.

PHYSIK.

DAS POLARLICHT.

IN unseren Gegenden ist das Nordlicht sehr selten, in den nördlichen Teilen von Europa, Asien, und Amerika dagegen ist dasselbe eine häufige Erscheinung, welche während des langen Polarwinters das fehlende Tageslicht zum Teil ersetzen muss. Auch auf der südlichen Halbkugel sind von den Seefahrern Polarlichter, dort Südlichter genannt, beobachtet worden und es scheint, dass Nord- und Südlichter häufig gleichzeitig auftreten. Die Erscheinung des Nordlichtes in unseren Breiten ist äusserst wechselvoll und deshalb schwer zu beschreiben.

Mit Beginn der Dämmerung zeigt sich der Himmel im Norden eigentümlich beleuchtet. Über einem dunklen bogenförmigen Segment, welches jedoch die helleren Sterne hindurchschimmern

lässt, zeigt sich ein weisslicher Bogen. Etwas später erheben sich über diesem Bogen ausgebreitete Massen, welche das Ansehen von gefiederten Wolken haben, die in prächtigen Farben, bald rosenrot, bald grünlichgelb leuchten. Diese Massen bilden einen mehr oder weniger vollständigen Bogen, der sich immer höher gegen den Zenith erhebt. Nach einiger Zeit bildet sich auf diesem Hintergrunde ein System von Strahlen aus, welche durch grösseren Glanz und hellere Farben hervortreten. Diese Strahlen convergiren sämmtlich gegen denselben Punkt am Firmamente, gegen welchen die Inklinationsnadel gerichtet ist, oder genauer, gegen einen um wenige Grade südlicher gelegenen Punkt. Höchst eigentümlich ist dabei eine undulatorische Bewegung. Der Glanz der Strahlen wächst nämlich der Reihe nach von einem Ende des Bogens zum anderen und zwar meist in der Richtung von West nach Ost. Die Strahlen verlängern und verkürzen sich, verblassen oder verschwinden ganz und kehren wieder. Erreichen sie ihre volle Ausbildung, so entsteht die sogenannte Krone. Das ist ein förmlicher Kranz convergirender Strahlen, welcher jedoch sehr veränderlich ist und selten länger andauert. Inzwischen färbt sich der übrige Himmel in rotem, grünem und gelbem Lichte, bis endlich die Erscheinung nach mehrmaligem Wiederkommen gegen Mitternacht erblasst und allmälig ganz verschwindet.

TECHNOLOGICAL READER

Das Wesen des Lichtes.

Wohl wie bei keinem anderen der fünf menschlichen Sinne musste sich beim Gesichtssinn schon früh dem Menschen die innige Wechselbeziehung bemerkbar machen, welche zwischen der Aussenwelt und dessen Wahrnehmungen besteht. Man schliesse das Auge und verschwunden ist für uns die Farbenpracht der Natur, der Formenreichtum, Licht und Schatten. Alles ist in ein ödes, undurchdringliches Dunkel gehüllt; wir selbst aber entbehren der sicheren Führung unseres überall hinschweifenden Blickes und sind hülflos unserem Tastgefühl überlassen. Nur wo unser Auge blickt ist Licht wahrzunehmen.

Dass aber unser Auge nicht selbst das zum sehen nötige Licht liefert, sondern nur das Organ ist, auf welches das letztere einwirkt, beweist der Umstand, dass wir im Dunklen nichts sehen können.

Es ist also falsch, wenn die Alten glaubten, es strahle das Licht vom menschlichen Auge aus und mache, zurückstrahlend von den Gegenständen, dieselben sichtbar. Vielmehr muss von den letzteren ein "Etwas" ausgehen, welches unser Auge zu erregen im Stande ist.

Das Wort Licht hat also eine doppelte Bedeutung. Im subjectiven Sinne ist es der Inbegriff der durch das Auge ermittelten Wahrnehmungen, im

objectiven Sinne ist es jenes "Etwas," welches von der Aussenwelt kommend, unser Auge erregt.

Newton und viele andere nahmen an, es entströme den leuchtenden Körpern ein äusserst feiner Stoff, welcher im Auge die Lichtempfindung bewirke. Man nennt diese Lehre die Emanationstheorie oder Corpusculartheorie. Ihr stand seit Huyghens die Wellentheorie gegenüber. Nach ihr ist das von den Körpern ausgehende "Etwas" nichts Körperliches oder materiell Greifbares, sondern eine wellenartige Bewegung des hypothetischen "Lichtäthers," mit welchem das ganze Weltall erfüllt gedacht werden muss. Der Lichtäther ist als ein unendlich feines, *unwägbares,* äusserst elastisches Medium anzusehen, welches alle Substanzen durchdringt. So gleicht der unendliche Weltenraum einem Äthermeere, in dem sich alle Vorgänge der Natur abspielen. *Reibungslos* gleiten die Planeten mit ungeheurer Geschwindigkeit durch den Lichtäther dahin.

LICHTQUELLEN.

Körper, welche selbst die Quelle des von ihnen kommenden Lichtes sind, nennt man *Selbstleuchter,* alle übrigen *Nichtselbstleuchter.* Zu den selbstleuchtenden Körpern gehören vor allem die Sonne und die Fixsterne; unter den irdischen Substanzen erstens diejenigen, welche infolge hoher Temperatur

glühend geworden sind, zweitens die leuchtenden Organismen, deren Leuchtvermögen noch wenig aufgeklärt ist.

Die nichtselbstleuchtenden Körpern werden erst leuchtend vermittelst Bestrahlung durch die Selbstleuchter.

In Bezug auf ihre Eigenschaft, Licht durchzulassen, teilt man die nichtselbstleuchtenden Substanzen ein in durchsichtige, undurchsichtige und durchscheinende.

Die durchsichtigen Körper lassen das Licht durch ihre Masse hindurchdringen, so dass man durch sie die Gestalt anderer Objecte erkennen kann. Absolute Durchsichtigkeit existirt nicht. In dicken Schichten erscheinen selbst die durchsichtigsten Substanzen etwas gefärbt, ein Zeichen, dass ein Teil des auffallenden weissen Lichts verschluckt oder absorbirt worden ist.

Die undurchsichtigen Körper absorbiren das auffallende Licht schon in den dünnsten Schichten. Dahin gehören die Metalle und die meisten Mineralien.

Die durchscheinenden Körper lassen Licht durch, ohne dass man aber durch dieselben die Gestalt der in einigem Abstand dahinter befindlichen Objecte erkennt.

Die Helligkeit.

Bei der Wechselbeziehung zwischen einer Lichtquelle und dem Auge redet man von der Helligkeit der Lichtquelle und will hierdurch die Stärke der Lichtempfindung ausdrücken. Unter Helligkeit versteht man also die Stärke der Erregung der Netzhautstelle, welche von der Lichtquelle durch Vermittelung der Augenlinse getroffen wird. Von einer absoluten Messung der Helligkeit kann also keine Rede sein. Insofern aber dem Auge verschiedene Lichtquellen unter verschiedener Helligkeit erscheinen, so muss ein Maass für die Helligkeit aufgestellt werden. Es sei angenommen, dass die Erregung proportional sei der Lichtmenge, welche einem percipirenden Element der Netzhaut zugeführt wird. Auch hier wollen wir leuchtende Flächenelemente betrachten. Als Maass der Helligkeit einer Netzhautstelle darf also die der Flächeneinheit daselbst zugeführte Lichtmenge angesehen werden. Es kann gezeigt werden, dass hier die Beleuchtungsstärke nicht von den räumlichen Dimensionen der Lichtquelle abhängt. Jedes Element einer leuchtenden Fläche behält seine Helligkeit, sei es, dass die Lage der Lampe geändert, sei es, dass die Lampe in andere Entfernung gerückt wird. Dabei kann je nach der Intensität der Elemente deren

Helligkeit eine verschiedene sein. Demnach zeigt sich, dass die Helligkeit eines Flächenelementes proportional ist dessen Intensität. Es werde die so definirte Helligkeit als die "absolute" Helligkeit bezeichnet, und zwar lediglich im Gegensatz zur "inducirten" Helligkeit. Unter letzterer versteht man nämlich die von einer Lichtquelle an irgend einem Ort hervorgerufene Erleuchtungsstärke. Sind die von verschiedenen Lichtquellen an einem und demselben Ort erzeugten Erleuchtungsstärken die gleichen, so erscheint dieser Ort dem Auge in derselben absoluten Helligkeit.

Einfache Spectralapparate.

Unter Spectralanalyse versteht man jene optische Untersuchungsmethode, durch welche irgend ein Licht, sei es ein direkt ausgesendetes, sei es ein durch Reflexion oder Absorption nachträglich verändertes, auf seine Zusammensetzung geprüft wird, um daraus Schlüsse über die Natur der Körper zu ziehen, welche das Licht ausgesendet oder verändert haben. Zu diesem Zwecke wird das zu untersuchende Licht auf irgend eine Weise in ein Spectrum ausgebreitet und nachgesehen, welche Lichtsorten in demselben verkommen und welche darin fehlen.

Unsere nächste Aufgabe ist, die wichtigsten Spectralapparate kennen zu lernen. Bei der auss-

erordentlichen Mannigfaltigkeit, welche in der Konstruktion derselben für die verschiedenen Untersuchungszwecke Platz gegriffen hat, dürfte eine Einteilung derselben die Übersicht erleichtern. Wir unterscheiden zunächst Spektroskope und Spektrometer, wobei wir unter ersteren jene meist einfacheren Apparate verstehen, welche nur gestatten, die Spectra zu beobachten, während die Spectrometer mit Vorrichtungen ausgestattet sind, um am Spectrum Winkelmessungen vorzunehmen, aus denen die Brechbarkeit, beziehungsweise die Wellenlänge einer beobachteten Lichtsorte abgeleitet werden kann.

Eine andere Einteilung beruht auf dem Umstande, ob das Spectrum durch prismatische Zerstreuung oder durch Beugung in Gittern erzeugt wurde. Im ersteren Falle sind wieder jene Instrumente als "geradsichtige Spectroskope" von den übrigen zu unterscheiden, bei welchen Prismensysteme ohne Ablenkung der mittleren Strahlen zur Verwendung kommen.

Das einfachste Spectroskop ist ein stark zerstreuendes Prisma, das man unmittelbar vor das Auge hält. Man kann damit die Spectra schmaler, heller Streifen untersuchen. Legt man z. B. millimeterbreite Streifen verschieden gefärbter Papiere auf eine schwarze Unterlage, so beobachtet man mittels des Prismas, dessen Kante natürlich parallel

zu den Streifen zu halten ist, die Zusammensetzung der Farbenmischungen.

Ebenso gelingt auf diese Weise die Beobachtung der Fraunhöfer'schen Linien beim Anblick einer schmalen Spalte im Fensterladen, sowie die Beobachtung der Spectra des elektrischen Funkens, etc.

EMISSIONS- UND ABSORPTIONSSPECTRA.

Die Lichtarten, welche von glühenden Körpern ausgesendet werden und die zugehörigen Spectra heissen *Emissionsspectra.* Diesen stehen die *Absorptionsspectra* gegenüber, das sind Spectra solchen Lichtes, welches, ursprünglich weiss, durch Absorption beim Durchgang durch farbige Substanzen eines Teiles seiner Farben beraubt wurde. Man könnte diese Spectra daher auch *Restspectra* nennen.

Die Einteilung der Spectra in Emissionsspectra und Absorptionsspectra ist nicht allein durch die verschiedene Herkunft des Lichtes, sondern auch durch das verschiedene Aussehen der Spectra begründet. Die Emissionsspectra sind bei festen und flüssigen glühenden Körpern continuirliche, bei Gasen oder Dämpfen meist nur aus wenigen schmalen, scharf begrenzten Linien bestehend, daher Linienspectra genannt. Die Absorptionsspectra sind dadurch charaktisirt, dass die fehlenden

Lichtsorten mehr oder weniger breite, an den Rändern verwaschene Absorptionsstreifen oder sogenannte Schatten bilden, deren Stärke und Breite mit der Koncentration des absorbirenden Mediums und der Dicke der durchstrahlten Schicht wechseln.

Zu den Absorptionsspectren gehören, streng genommen, auch jene Spectra welche man bei der Anwendung des von der Oberfläche der Körper reflectirten Lichtes erhält, denn die Oberflächenfarbe der Körper enthält eben auch nur jene Lichtsorten des ursprünglich weissen Lichtes, welche der Absorption entgangen sind.

Der zur Herstellung der Absorptionsspectren dienende Apparat ist sehr einfach; man benötigt ausser dem Spectroskop nur passende Gefässe mit durchsichtigen Wänden, in welche man die absorbirenden Medien, wenn sie flüssig sind, einfüllt und welche man dann vor die Spalte stellt.

Interferenz des Lichtes.

Young bewies, dass zwei Lichtstrahlen, welche sehr nahe einander parallel laufen, bei ihrem Zusammentreffen nicht immer zur Verstärkung der Erleuchtung beitragen, sondern dass sie unter Umständen gegenseitig ihre Wirkung vernichten können. Er beobachtete im Schatten eines schmalen Schirmes eine Reihe dunkler und heller Streifen

welche verschwanden, wenn er das Licht auf der einen Seite des Schirmes anlegte. Young bezeichnete diese gegenseitige Einwirkung der Lichtstrahlen mit dem Namen *Interferenz*; er erkannte, dass sich nur durch die Annahme der Lichtfortpflanzung mittels Wellenbewegung der höchst paradox klingende Satz erklären lasse: Licht zu Licht gehäuft, giebt unter Umständen Dunkelheit. Einen einwandsfreieren experimentellen Beweis für diesen Satz hat erst Fresnel gegeben. Bei Young's Versuch sind es die an den Rändern des Schirmes gebeugten Strahlen, welche interferiren; um zu beweisen, dass auch ungebeugte Strahlen interferenzfähig sind, wenn sie nach verschieden langen Wegen unter sehr spitzem Winkel zusammentreffen stellte Fresnel seinen berühmten Spiegelversuch an. Hier interessirt uns nur die Tatsache, dass die von zwei Lichtpunkten, deren Schwingungszustände in jeder Hinsicht die nämlichen sind, kommenden Wellen bei ihrem Zusammentreffen interferenzfähig sind und unter Umständen auf einem von beiden beleuchteten Schirme abwechselnd helle und dunkle Streifen erzeugen. Gehören die Lichtpunkte verschiedenen Lichtquellen an, oder auch verschiedenen Stellen ein und derselben Flamme, so sind sie nicht mehr interferenzfähig. Solche Strahlen heissen incohärent, die interferenzfähigen dagegen cohärent.

Fluorescenz.

Wenn man einige Stücke von der Rinde des gewöhnlichen Rosskastanienbaums mit Wasser übergiesst und es nur ganz kurze Zeit darauf stehen lässt, so nimmt die Flüssigkeit eine schwach bräunliche Färbung an, zeigt aber von gewissen Seiten her betrachtet einen ganz eigentümlichen bläulichen Schimmer, welchen man besonders gut wahrnimmt, wenn man die in einem Gefässe mit verticalen Wänden befindliche Flüssigkeit von oben herab betrachtet, während helles Tageslicht oder noch besser directes Sonnenlicht von vorn auf die Flüssigkeit fällt.

Das in der Kastanienrinde enthaltene Aesculin ist die Ursache dieser Erscheinung.

Eine Auflösung von schwefelsaurem Chinin in der hundert- bis zweihundertfachen Gewichtsmenge Wasser, welchem einige Tropfen Schwefelsäure zugesetzt sind, zeigt fast dieselbe Erscheinung, wie der Auszug aus der Kastanienrinde, nur ist die Chininlösung für durchgehendes Licht vollkommen klar und farblos, weshalb der blaue schimmer hier in grosser Reinheit auftritt.

Ganz ähnlich verhält sich ein alkoholischer Auszug aus dem Samen des Stechapfels. Diese Flüssigkeit hat eine gelblichbraune Färbung und zeigt einen grünlichen Schiller.

Eine höchst auffallende Erscheinung bietet das

Blattgrün. Man erhält es, wenn man die Blätter von Wasserpfeffer, Brennnesseln, Epheu u. s. w. mit Äther extrahirt. Frisches Kraut, namentlich im Frühjahr, giebt das Chlorophyll nicht so leicht ab, wie altes und namentlich getrocknetes. Es genügt z. B. das getrocknete Pfeffermünzkraut, wie es in jeder Apotheke verkauft wird, mit Äther übergossen eine Stunde lang stehen zu lassen, um eine intensiv gefärbte Lösung von Chlorophyll zu erhalten.

Eine solche durch Chlorophyll gefärbte, im durchgehenden Lichte schön grüne Flüssigkeit, zeigt, dem Sonnenlichte ausgestzt, auf der Oberfläche eine intensiv blutrote Färbung.

Alkoholische Lösungen von Blattgrün zeigen diese Erscheinung weit weniger schön als ätherische; sie zeigen nämlich nur einen trüben braunroten Schiller.

Um die Erscheinung deutlicher und brillanter zu sehen, als es unter den eben erwähnten Verhältnissen möglich ist, wandte Brewster folgende Beobachtungsmethode an: Die zu prüfende Flüssigkeit wird in ein oben offenes Gefäss gegossen und dann mittelst einer Convexlinse von 5 bis 7 cm. Brennweite ein Bündel Sonnenstrahlen gegen die Oberfläche derselben hin konzentrirt. Die Linse wird so gehalten, dass der Brennpunkt je nach den Umständen mehr oder weniger tief unter den Spiegel der Flüssigkeit zu liegen kommt.

Wird eine Chininlösung auf diese Weise untersucht, so erblickt man einen prachtvoll himmelblauen Lichtkegel, welcher zunächst an der Oberfläche der Flüssigkeit am lebhaftesten ist und mit dem Eindringen in das Innere der Flüssigkeit rasch an Lichtstärke abnimmt. Ganz ähnliches zeigt der Aufguss der Kastanienrinde und der alkoholische Auszug von Stechapfelsamen, nur dass bei letzterer Substanz das Bündel des dispergirten Lichtes grün ist.

In einer ätherischen Lösung von Blattgrün ist der fragliche Lichtkegel rot; in der gelben Curcumatinctur ist er grün, in der Lackmustinctur ist er schmutzig orange.

Eine sehr starke grüne Fluorescenz zeigt die Lösung der Galle in Schwefelsäure. Das unreine Steinöl zeigt eine sehr schöne blaue Fluorescenz; ebenso die Lösung, welche man nach Osann erhält, wenn man Kienruss mit möglichst starkem Alkohol extrahirt.

PHOTOGRAPHIE.

Die Photographie d. i. der Inbegriff der Methoden, mittelst der chemischen Wirkungen des Lichtes, Abbildungen der das Licht aussendenden bezw. reflectirenden oder durchlassenden Körper herzustellen, ist in den letzten Decennien zu einer

selbstständigen, umfangreichen Disciplin herangewachsen.

Das heute vorzugsweise übliche Verfahren setzt sich nun aus folgenden Operationen zusammen:

1. **Die Anfertigung der Trockenplatte.**—Gelatine wird in Wasser warm gelöst, mit Bromkalium- und etwas Jodkaliumlösung vermischt, dann Silberlösung in dünnem Strahle eingeführt und durch starkes Schütteln das gefällte Brom- und Jodsilber zu einer Emulsion aufgeschüttelt. Durch Digeriren mit etwas Ammoniak bei 50° wird die Masse lichtempfindlicher gemacht. Nach dem Erkalten wird dieselbe fein zerschnitten und durch Waschen mit Wasser von den löslichen Salzen, die durch die Wechselzersetzung entstanden sind, befreit. Hierauf wird die Masse wieder geschmolzen, unter Druck durch Leder filtrirt und noch warm auf die wohlgereinigten, horizontal gelegten Glasplatten aufgegossen, wo sie sich flach in dünner Schicht ausbreitet und erstarrt. Hierauf werden die Platten rasch getrocknet. Alle diese Operationen sind im Dunkeln oder bei schwachem rotem Lichte auszuführen. Solche Trockenplatten werden in verschiedenen Formaten und mit verschiedenen Graden der Empfindlichkeit von eigenen Fabriken hergestellt und in den Handel gebracht. Sie halten sich im dunkeln und trockenen Raume Jahre lang.

2. **Die Belichtung.**—Die Trockenplatte wird bei

schwachem rotem Lichte in eine Casette mit Schieber eingelegt, welche an Stelle des matten Glases in der Camera obscura eingesetzt werden kann. Nach aufziehen des Schiebers wird der Objectivdeckel geöffnet und das Bild auf der empfindlichen Platte entworfen. Die Belichtung dauert je nach Helligkeit nnd Beschaffenheit des Objectes, Lichtstärke des Objectivs, Empfindlichkeit der Platte zwischen 1/100 Secunde und mehreren Minuten. Hierauf wird der Objectivdeckel und der Schieber wieder geschlossen und die Cassette von der Camera obscura entfernt.

3. **Die Entwickelung des negativen Bildes.**—Beliebige Zeit nach der Belichtung wird die belichtete Platte in einer verdunkelten Kammer bei schwachem rotem Lichte aus der Cassette genommen, wobei sie keine Veränderung zeigt; hierauf wird sie in einer flachen viereckigen Tasse mit dem Entwickler übergossen. Als solcher dient entweder eine Mischung von Eisenvitriol mit oxalsaurem Kali oder eine Lösung von Pyrogallussäure, welcher man zur grösseren Haltbarkeit schwefligsaures Natron zugesetzt hatte, gemischt mit einem kohlensauren Alkali, oder eine ähnlich zusammengesetzte Mischung von Hydrochinon oder Eikonogen, oder irgend ein anderer der in neuerer Zeit zahlreich auftauchenden Entwickler. Nach einer halben Minute bis fünf Minuten ungefähr erscheint allmählich

das negative Bild. Man wartet bis dasselbe die richtige Stärke erlangt hat, mässigt allenfalls allzu rasche Entwickelung durch Zusatz von Bromkaliumlösung und unterbricht die Operation durch Abwaschen der Platte.

4. **Das Fixiren des Negativs.**—Man legt die Platte mit der Schicht nach oben in eine Tasse mit einer Lösung von unterschwefligsaurem Natron, dem man etwas schwefligsaures Natron mit überschüssiger Säure beigefügt hat. In diesem Bad löst sich binnen wenigen Minuten das noch unzersetzte Bromsilber auf. Die auf der Kehrseite ursprünglich gelblichweisse Platte wird durchsichtig und glasklar. Dieselbe wird nun durch eine Stunde in Wasser gewaschen, getrocknet und oft auch lackirt.

5. **Die Herstellung der positiven Copien.**—Papier, welches mit einem Überzug von Albumin, Gelatine oder Collodium überzogen und durch Chlorsalze und Silberlösung mit Chlorsilber imprägnirt worden ist, wird in einem Copierrahmen unter der Negativ-Platte dem Sonnen- oder zerstreutem Tageslicht ausgsetzt. In wenigen Minuten bis einer Stunde ist die Copie fertig. Sie muss nun ebenfalls fixirt werden, was in einer Lösung von unterschwefligsaurem Natron binnen einigen Minuten bewerkstelligt wird. Um den unangenehmen Farbenton der Copie zu verbessern, kommt dieselbe vorher noch in eine geeignet zusammengesetzte schwache Gold-

oder Platinlösung, oder es wird die letztere zugleich mit der Fixirlösung angewendet. Durch einen chemischen Process wird an Stelle des Silbers eine dünne Gold- oder Platinschicht von angenehmem Farbenton niedergeschlagen. Hierauf wird das Bild gut gewaschen, getrocknet, eventuell aufgezogen und satinirt.

PART II.

CHEMIE UND CHEMISCHE TECHNOLOGIE.

SODADARSTELLUNG.

I. **Aus Pflanzenasche.**—Durch Veraschung der lufttrockenen Strandpflanzen in Gruben mit gepflastertem Boden stellte man bis zum Ende des vorigen Jahrhunderts den ganzen Bedarf an Soda dar, soweit er nicht durch die natürliche Soda gedeckt wurde. Die in den Gruben gesinterte Masse, die stets recht bedeutende Mengen Kalisalze enthielt, wurde nicht weiter bearbeitet, sondern kam direkt unter verschiedenen Benennungen in den Handel.

Barilla. Soda von Alicante, Malaga, den Kanarischen Inseln; erhalten durch Veraschung von Salsola Soda mit 25 bis 30 % Soda.

Salicor. Soda von Narbonne; erhalten durch Veraschung von Salicornia annua, mit ca. 14 % Soda.

Blanquette. Soda von Aigues-mortes; Asche verschiedener Strandpflanzen: Salicornia, Salsola, Statice, Atriplex, mit 3 bis 8 % Soda.

Varec oder Tangsoda in der Normandie und Bretagne und Kelp in Schottland, Irland, und den Orkney-Inseln, aus verschiedenen Tangarten bereitet, haben einen noch geringeren Sodagehalt. Trotzdem waren vor der Einführung der Sodafabrikation aus Kochsalz allein auf den Orkney-Inseln 20,000 Personen mit Kelpgewinnung beschäftigt.

II. **Aus Kochsalz.**—Kochsalzlösung wird mit Bleioxyd mehrere Tage hindurch verrührt, es soll eine Umsetzung eintreten nach: $2NaCl + 2PbO + H_2O = 2NaOH + Pb_2OCl_2$, indessen wurden nur wenige Prozente des NaCl umgesetzt. Bachet nahm das Verfahren 1869 wieder auf, fügte aber zu dem Gemisch von NaCl und PbO noch $Ca(OH)_2$; es wurden 19 bis 20 % vom NaCl in Ätznatron übergeführt und durch Behandlung der Lösung mit neuen Mengen PbO und CaO gelang es, allmählich 47 bis 50 % des NaCl umzusetzen und durch Eindampfen und Aussoggen des unzersetzten NaCl eine kaustische Soda mit 70 % Na_2O herzustellen.

Kaustische Soda.

Die Fabrikation von kaustischer Soda, d. h. eines hauptsächlich aus Natronhydrat NaOH bestehenden Produktes, wurde in England hauptsächlich durch Gossage 1853 eingeführt. Schon vorher wurde

indessen in einzelnen Fabriken festes NaOH hergestellt. England und speziell Lancashire sind der Hauptsitz der Fabrikation geblieben, erst in den letzten Jahren ist die Herstellung in Deutschland in grossem Maasstabe aufgenommen, während Frankreich immer noch verhältnissmässig geringe Mengen produzirt.

Soll kaustische Soda direkt aus Rohsoda dargestellt werden, so wird schon bei der Schmelze darauf Rücksicht genommen, indem man mit etwas grösserem Kohlenzuschlag arbeitet; man nimmt auch die Temperatur des zum Laugen benutzten H_2O etwas höher (50°) als gewöhnlich und lässt die Laugen dünner aus der Laugerei abfliessen. Für die Herstellung der kaustischen Soda dienen ferner die roten Mutterlaugen der Leblancsodafabrikation oder auch fertige Soda. Die Rotlaugen enthalten so grosse Mengen NaOH, dass man dieselben ohne Weiteres eindampft, die ausgeschiedenen Salze entfernt und die Masse durch Zerstörung des Schwefelnatriums fertig macht. Es wird hierbei die vollständige Kaustizirung durch Behandlung mit Kalk umgangen, weil dieselbe eine Verdünnung der Laugen bedingen würde.

Da die Umsetzung des $NaCO_3$ mit Ca $(OH)_2$ um so unvollständiger ist, je konzentrirter die Lösungen sind, so muss man mit Laugen von nur 11 bis 13 Bé. arbeiten.

Reinigung der Schwefelsäure.

Der grösste Teil der überhaupt fabrizirten H_2SO_4 wird in Glover-Thürmen eingedämpft und noch heiss zur Zersetzung von Kochsalz benutzt. Für andere Zwecke, namentlich zur Darstellung der reinen konzentrirten H_2SO_4, muss die rohe Säure erst gereinigt werden.

Die hauptsächlichsten Verunreinigungen der Kammersäure sind As, Se, Fe, und Pb; mitunter hat man auch auf HNO_3 und N_2O_3 Rücksicht zu nehmen. Die Glover-Säure, welche den Flugstaub aus erster Hand bekommt, enthält dieselben Verunreinigungen in sehr viel grösseren Mengen. Ausserdem können in der rohen Säure vorkommen: Antimonoxyd, Tl, Cu, CaO, Al_2O_3, Alkalien, SO_2, und organische Substanzen. In einzelnen Fällen hat man auch HFl beobachtet. Diese Verunreinigungen stammen teils aus dem Schwefelkies, teils aus dem Salpeter, teils aus dem H_2O, wenn man solches zur Denitrirung benutzt. Von diesen Verunreinigungen erfordern nur das As und die NO besondere Reinigungsmethoden, weil die übrigen Fremdkörper meistens von selbst sich ausscheiden.

G. Lunge führt die Methoden an, welche vorgeschlagen und versucht worden sind, um die rohe H_2SO_4 von As zu befreien. Von allen hat jedoch nur diejenige der Ausfällung des As als As_2S_3

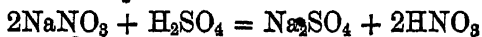
mittelst H_2S im Grossbetriebe ausgedehntere Anwendung gefunden.

Der zur Fällung erforderliche H_2S wird aus Schwefeleisen und H_2SO_4 entwickelt. Dazu dient ein gusseiserner Kessel mit Rost zur Aufnahme des Schwefeleisens, ein Dampfrohr in Ringform, um das Auskrystallisieren von Ferrosulfat zu verhindern, Einlaufrohr für Schwefelsänre, Ablassrohr und Ableitungsrohr für H_2S. Der letztere wird in einen Fällturm geleitet.

Die Reinigung der H_2SO_4 von nitrosen Verbindungen erfolgt am leichtesten und vollständigsten durch Zusatz von $(NH_4)_2SO_4$, welches allgemein angewendet wird. Man streut das trockene $(NH_4)_2SO_4$ in kleinen Mengen auf die heisse Säure in den Eindampfpfannen. Die nitrosen Verbindungen werden dadurch unter Entwickelung von N rasch zersetzt.

Fabrikation der Salpetersäure.

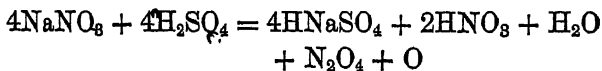
Als Rohmaterialien zur Fabrikation der HNO_3 dienen allgemein nur Chilisalpeter und H_2SO_4. Nach der Formel:

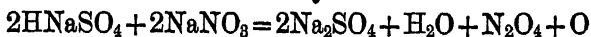
$$2NaNO_3 + H_2SO_4 = Na_2SO_4 + 2HNO_3$$

würden 85 kg. $NaNO_3$ theoretisch 49 kg. H_2SO_4 erfordern, und 71 kg. Na_2SO_4 und 63 kg. HNO_3 liefern. Diese Reaktion findet aber nicht direkt

statt, denn sie könnte nur in höherer Temperatur eintreten, in welcher ein beträchtlicher Teil der HNO_3 sich in N_2O_4 und O zersetzt. Durch Kondensation der entwickelten Dämpfe würde man rote, rauchende Salpetersäure erhalten.

Bei niedrigerer Temperatur, bei welcher diese Zersetzung noch nicht stattfindet, entsteht aber kein Sulfat, sondern Natriumbisulfat, wodurch bei äquivalenten Mengen nur die Hälfte des Salpeters zersetzt würde. Man hätte daher doppelt so viel H_2SO_4, als in obiger Formel anzuwenden.

Obgleich dies die Hauptreaktion ist, nach welcher die Fabrikation der HNO_3 stattfindet, so verläuft dieselbe doch nicht ganz glatt, besonders da man fast nie die ganze ihr entsprechende Menge H_2SO_4 anwendet. Wenn man Salpeter mit H_2SO_4 vermischt und langsam erhitzt, so sind die zuerst entstehenden Dämpfe immer durch Untersalpetersäure gefärbt, etwa nach der Formel:

$$4NaNO_3 + 4H_2SO_4 = 4HNaSO_4 + 2HNO_3 + H_2O + N_2O_4 + O$$

Sehr bald werden die Dämpfe aber farblos und es findet dann bei etwa 130 bis 135° die Hauptreaktion statt. Sobald diese nachlässt, werden die Dämpfe bei stärkerem Erhitzen wieder gefärbt, indem das saure Sulfat auf noch unzersetzten Salpeter einwirkt:

$$2HNaSO_4 + 2NaNO_3 = 2Na_2SO_4 + H_2O + N_2O_4 + O$$

Von diesen beiden Nebenreaktionen wird die erstere zum Teil dadurch verursacht, dass die im Überschuss vorhandene H_2SO_4 wasserentziehend auf die HNO_3-Dämpfe wirkt und dieselben dadurch zum Zerfallen bringt; die letztere durch die hohe Temperatur, in welcher Salpetersäuredampf nicht mehr bestehen kann.

Um diese unerwünschte Nebenreaktionen möglichst einzuschränken, wendet man nicht konz. H_2SO_4 an, sondern höchstens solche von 59 bis 61·5° Bé., wie man sie aus dem Gloverturm oder Bleipfannen erhält, und ausserdem einen Überschuss von 20 bis 50 % über die theoretische Menge, um die Zersetzung bei niedriger Temperatur zu vollenden.

Kohlensäure.

Gasförmige CO_2 wird vielfach den natürlichen CO_2 Quellen oder Bohrlöchern entnommen. Um das aus einem Bohrloch strömende Gas aufzufangen, wird oberhalb desselben ein Wasserbasin angelegt, in dessen Boden das Bohrloch ausmündet. Das Basin ist immer mit dem Wasser des Bohrlochs gefüllt, der Überschuss fliesst durch einen seitlichen Kanal ab. Mitten über dem Bohrloch ist eine in das Wasser eintauchende Glocke aufgehängt, unter

welcher sich das Gas ansammelt. Die Glocke wird durch ein Gegengewicht stets im Gleichgewicht gehalten, so dass sie sich bei der Vermehrung des Gasvolumens hebt, bei der Verminderung senkt. Das sich ansammelnde Gas wird durch ein Rohr, welches im Gasraum der Glocke, oberhalb des konstanten Wasserniveaus, mündet, abgeleitet.

Eine der wichtigsten natürlichen CO_2 Quellen ist Burgbrohl in der Eifel. Das hier gewonnene Gas ist ziemlich rein und für viele technische Zwecke, zur Bleiweissfabrikation, für Bierdruckapparate, etc., verwertbar. Es wird grösstenteils, wie es aus den Gasometern kommt, durch Kompressionspumpen verflüssigt und in stählernen Flaschen verschickt. Die Ergiebigkeit der Gasquellen von Burgbrohl ist durch ein 1884 niedergestossenes Bohrloch von 53 m. Tiefe noch bedeutend erhöht worden.

Die gewaltigen Mengen CO_2 welche in Bierbrauereien, Brennereien, etc., durch Gährung entstehen, sind bisher nur selten verwertet worden, da sie selbst durch sorgfältiges Waschen nie ganz geruchlos erhalten werden. Zur Fabrikation von Mineralwasser erwies sich deiese CO_2 ganz unbrauchbar, während sie zu anderen Zwecken zeitweilig Verwendung fand. Faucheuse liess sich 1875 die Anwendung der Gährungs - CO_2 zur Darstellung von Pottasche und Bikarbonat patentiren. Auch findet sie nach Lunge in der Ammoniaksodaindustrie und

zur Bleiweissfabrikation Verwendung. Auch zur Behandlung von Sodarückstand ist Gährungs-CO_2 vorgeschlagen worden.

Eisenvitriol.

Eisenvitriol wird vorzugsweise aus Schwefelkies dargestellt. Die Kiese werden auf Haufen geworfen und längere Zeit im Freien liegen gelassen. Sie verwittern an der Luft und liefern Eisenvitriol und freie H_2SO_4. Die Oxydation schreitet rasch fort, so dass merkbare Erhitzung, zuweilen Entzündung, stattfindet. Von Zeit zu Zeit werden die Haufen mit H_2O begossen, wenn sie der Regen nicht hinreichend nass hält; die abfliessende Vitriollösung gelangt auf einer geneigten, wasserdichten Sohle in einen Behälter, welcher Fe-Abfälle enthält, um die freie H_2SO_4 zu binden und das sich bildende schwefelsaure Eisenoxyd wieder zu reduziren. Aus dem Sumpf wird die Rohlauge in bleierne oder eiserne Pfannen gepumpt und unter Zusatz von Fe eingedampft. Die konzentrirte Lauge lässt man heiss in andere Behälter oder Sümpfe fliessen, wo sie einen gelben Bodensatz von basischem Ferrisulfat und Gyps absetzt, von welchem sie klar abgegossen und in Pfannen bis zur Krystallisation weiter eingedamft wird. Die Mutterlauge kann beim Versieden wieder zugesetzt werden, da das darin enthaltene Ferrisulfat durch die Fe-Abfälle wieder reduzirt wird.

Häufig erhält man Eisenvitriol als Nebenprodukt der Alaunfabrikation, da die Alaunerze stets Schwefelkies enthalten, welcher durch das Rösten in Vitriol übergeht. Je nach dem Verhältnis, in welchem sich Schwefelkies und Tonerde in den Erzen finden, kann man beim Auslaugen des Röstprodukts zuerst Eiesenvitriol, dann aus der Mutterlauge, welche Tonerdesulfat enthält, durch Zusatz von Kali- oder NH_3 Verbindungen Alaun erhalten oder umgekehrt zuerst den Alaun und aus der Mutterlauge den Vitriol gewinnen.

Salzgewinnung durch freiwillige Verdunstung.

Manche Salzseeen scheiden während der heissen Jahreszeit so grosse Mengen Salz ab, dass es in Form einer Kruste den Boden bedeckt. Der Eltonsee am Kaspischen Meer liefert auf diese Weise jährlich 20,000 t. Salz. Grosse Mengen Salz werden auch aus dem Salzsee in Utah gewonnen. Im südlichen Russland benutzt man natürliche Becken zur teilweisen Eindampfung des Meerwassers, bis sich 2 bis 30 cm. dicke Salzschichten abgelagert haben. An den übrigen Seeküsten Europas bis 48 nördlicher Breite geschieht die Salzgewinnung in den Meersalinen durch systematischen Betrieb der Salzgärten. Solche Meersalinen werden betrieben: in Österreich an der Küste

des Adriatischen Meeres, in Dalmatien und Istrien, in Italien an der Küste des Tyrrhenischen Meeres, in Frankreich an den Küsten des Mittelländischen Meeres und des Atlantischen Oceans, in Spanien, in Portugal, und in den Vereinigten Staaten.

Die Meersalinen bestehen aus flachen Becken von 1 bis 1500 ha Oberfläche und 20 bis 40 cm. Tiefe. Man legt dieselben gern im mittleren Meeresniveau an, um sie während der Flut mit Meerwasser zu füllen, und um die Mutterlauge—wenn man dieselbe nicht weiter verarbeiten will—während der Ebbe ins Meer zurückfliessen zu lassen. Das Meerwasser durchströmt die einzelnen Abteilungen, indem es gleichzeitig unter dem Einfluss der Sonnenwärme und der Winde verdunstet. In dem Maasse, wie die Konzentration fortschreitet, fallen diejenigen Salze aus, deren Löslichkeitsgrenze erreicht ist. Der fortschreitenden Volumenreduktion entsprechend wählt man die hinteren Abteilungen kleiner als die vorderen. Der Boden der Becken wird in den französischen Salinen durch festgestampften Lehm oder Ton, in den portugiesischen durch Konservenfilz gebildet.

Talg.

Man unterscheidet im Handel zwei Sorten Talg: Rindstalg oder Ochsentalg und Hammeltalg oder

Schöpsentalg. Der Talg von Schafen und Ochsen ist der beste.

Der rohe Talg ist im Zellgewebe eingeschlossen und enthält noch grössere oder geringere Mengen Haut- und Blutteile. Man sortiert ihn häufig in den Rohkern und den Rohausschnitt.

Zunächst ist es erforderlich, den Talg zu zerkleinern, resp, die Zellgewebe zu zerreissen. Bei nicht erfolgter vorheriger Zerreissung der Zellhäute musste man so stark erhitzen, dass eine teilweise Zersetzung des Fettes eintritt oder die Zellhäute an die Kesselwand anbrennen. Wenn man das Ausschmelzen dagegen mit überhitztem Dampf vornimmt, so wird der Prozess sehr in die Länge gezogen.

Das Schmelzen des Talges erfolgt entweder direkt über freiem Feuer oder unter Zuhülfenahme von Wasser resp, Wasserdampf. Unter Umständen bezweckt man durch Schmelzen unter Zusatz geeigneter Chemikalien eine Zerstörung der Zellhäute behufs besserer Ausbeute; auch sucht man hierbei gleichzeitig die Entwickelung übelriechender Gase einzuschränken.

Wenn der Talg genügende Zeit geschmolzen und gut filtriert ist, so bedarf er für viele Zwecke —wie für die Seifenfabrikation—keiner weiteren Behandlung mehr. Zur Gewinnung besonders guter Seifen oder von Kerzen oder für Speisezwecke

ist noch eine Läuterung erforderlich, die auf die Entfernung noch vorhandener fester Substanzen sowie auf eine Entfärbung hinausläuft.

In einfacher Weise ist der gedachte Zweck dadurch zu erreichen, dass man den Talg über kochendem Warser schmilzt und längere Zeit umrührt. Zu dem Ende kann man sich eines Rührwerks bedienen oder auch mit einer in den Kessel eingesetzten Pumpe Talg und Wasser ansaugen und ersteren dann in Form eines Regens wieder in den Kessel zurückspritzen.

Glycerin.

Das Glycerin fällt als Nebenprodukt ab: (1) bei der Fettsäuredarstellung durch, (*a*) Kalkverseifung, (*b*) Schwefelsäureverseifung, (*c*) Wasserdampfverseifung; (2) Bei der Seifendarstellung.

1. (*a*) Bei der Zersetzung von Fetten mittelst Kalk in Autoklaven entsteht ein kalkhaltiges Glycerinwasser, in welchem noch etwas Kalkwasser gelöst ist. Man setzt wenig Schwefelsäure zu, scheidet Fettsäuren und Gyps ab und neutralisirt dann mit Kalk; hierauf wird mit Dampf zur Syrupdicke eingedämpft. Da die Wasserdämpfe über 100 reichlich Glycerin mit sich reissen, so dämpft man zweckmässig im Vakuum ein, wobei man ein hellgelbes bis dunkles Produkt erhält.

Viele Fabriken dämpfen in offenen Pfannen mit Dampfschlangen auf nur 20 bis 25 Bé. ein und geben das Produkt dann an die Glycerinraffinerien ab. Manche Fabriken benutzen eine Art Trommel, welche durch direkten oder Retourdampf erhitzt wird, und auf welche kontinuirlich Glycerinwasser tropft. Das abtropfende Glycerin wird in einem unterhalb der Trommel befindlichen Reservoir aufgefangen und neuerdings aufgepumpt.

(*b*) Die von der Schwefelsäureverseifung erhaltenen unreineren Glycerinwasser müssen zunächst mit Kalk neutralisirt und vom ausfallenden Gyps geschieden werden. Die Weiterverarbeitung entspricht der obigen. Die Ausbeute beträgt nur 4·5 bis 5 % Glycerin von 30 Bé., da ein grosser Anteil zerstört wird.

(*c*) Das reinste Glycerin in einer Ausbeute von 6·5 bis 8 % von 30 Bé., wie beim Verfahren b, erhält man bei der Wasserverseifung.

2. Eine rationelle Verarbeitung der Seifenunterlaugen ist ein technisch noch nicht gelöstes Problem. Die grosse Verdünnung der Lösungen, die zahlreichen vorhandenen Verunreinigungen, insbesondere die zerstörend einwirkenden Salze erschweren die Fabrikation.

Die vorgeschlagenen Methoden sind zahlreich. Empfohlen wird mit Schwefelsäure zu neutralisiren, die beim Eindämpfen auskrystallisirenden Salze zu

entfernen und dann den noch viel Kochsalz enthaltenden Glycerinsyrup zu destilliren.

DIE CHEMISCHE UNTERSUCHUNG DES WASSERS.

Das wichtigste an der chemischen Untersuchung des Wassers ist, festzustellen ob das Wasser oxydirbare organische Substanzen enthält, weil es dann als Trinkwasser nicht zu empfehlen ist.

Die mikroskopische Untersuchung kann ebenfalls nur das negative Resultat ergeben, dass das Wasser zum Genusse untauglich ist, wenn es zu viele Organismen enthält. Solche können jedoch so vereinzelt darin enthalten sein, dass sie nicht aufgefunden werden.

Da die Beschaffenheit des Wassers gänzlich von der des Bodens, aus dem es stammt, abhängig ist und folglich in verschiedenen Gegenden sehr verschieden sein kann, auch die gelösten Mineralstoffe und organischen Bestandteile, selbst in aussergewöhnlichen Mengen, nicht, wie man früher glaubte, gesundheitsschädlich sind, so ist man davon abgekommen, sogenannte "Grenzzahlen" für die Zusammensetzung aufzustellen. Wertvoll würde jedoch der Nachweis von Krankheitskeimen sein, was vorlaüfig nur in wenigen Fällen möglich ist, abgesehen davon, dass die Gefährlichkeit gewisser Bazillen noch nicht unumstösslich bewiesen ist. Es ist jedoch oft nötig, chemische Untersuchungen

auszuführen, hauptsächlich zu erfahren, welche Anforderungen billigerweise an das Wasser einer Gegend, entsprechend den Bodenverhältnissen, gestellt werden können. Vom hygienischen Standpunkte wird verlangt, dass Trinkwasser keinerlei Verunreinigungen mit Fäkalien und Abgangsstoffen jeder Art aus Wohnungen, Schlächtereien, Gasanstalten, Fabriken, etc., zeige. Im allgemeinen kann jedes Wasser, welches klar, farb und geruchlos und wohlschmeckend ist, als gutes Trinkwasser bezeichnet werden. Weitere Ansprüche würden sein, dass es neutral reagire, keine organisirten Stoffe, kein NH_3, N_2O_3 und nur Spuren von N_2O_5 enthalte. Organische Substanz überhaupt sollte nur in relativ geringer Menge, Cl und Sulfate nur wenig vorhanden sein. Übermässige Härte, besonders von grösseren Mengen Mg-Salzen herrührend, ist ebenfalls unerwünscht. Während sich nun die quantitative Analyse eines Trinkwassers auf die Bestimmung von Gesammtrückstand, SO_3, Cl, N_2O_3, N_2O_5, CO_2, CaO, MgO, NH_3 und organische Substanz erstrecken muss, wenn sie überhaupt erforderlich ist, so genügt für die Prüfung eines für gewerbliche Zwecke bestimmten Wassers meistens die Bestimmung des Rückstandes, der Erdalkalien und Magnesia, des Cl, der SO_3 und des FeO. Kieselsäure, Tonerde, Alkalien, P_2O_5 etc. kommen weniger in Betracht.

Papierfabrikation.

Durch die Verfilzung von Fasern entsteht das Papier; es ist daher ersichtlich, dass unter sonst gleichen Verhältnissen ein Papier um so haltbarer sein wird, je inniger die Verfilzung stattfindet, d. h. je länger die Fasern sind, je feiner am Ende, je dünner, fester und unelastischer sie sind. Deshalb werden tierische Fasern, die eine Teilung in der Längsrichtung fast gar nicht zulassen, nur zu minderwertigen Papieren verwendet.

Hadernverarbeitung.—Die Faser findet sich in den Hadern in den verschiedenartigsten Zuständen je nach der Behandlung vor dem Verspinnen, nach der Art des Verspinnens, des Webens, etc., insbesondere nach der Art der Abnutzung der Lumpen. Im allgemeinen sind stark gebrauchte feine Leinenzeuge die besten Rohstoffe, da hierin die Fasern am meisten Annäherung an den Zustand im Papier zeigen.

Da es für einen rationellen Betrieb erforderlich ist, möglichst gleichartige Materialien zu verarbeiten, so findet eine eingehende Sortirung nach verschiedenen Klassen statt.

Das Sortieren der Hadern erfolgt in grossen hellen Sälen und geht Hand in Hand mit der Ausscheidung der vorhandenen Nebenbestandteile, wie Leder, Fischbein, Knöpfe, etc. Bei dieser

Arbeit wird die Luft in den Arbeitssälen in äusserst gesundheitsschädlicher Weise verunreinigt da aus den Hadern ständig Staub aufwirbelt. Man reinigt daher zweckmässig die Lumpen zunächst durch kräftiges Klopfen in den Haderndreschern.

Der Abgang durch das Dreschen belaüft sich auf 3 bis 8 %; der Abfall wird von Pappenfabriken benutzt.

ZUBEREITUNG DES PAPIERSTOFFES.

Die im Ganzhollander zu einer feinen, gleichartigen Masse zerriebenen Hadern resp. Hadernsurrogate unterliegen noch verschiedenen Operationen bevor man sie zur eigentlichen Papierbereitung verwendet, und zwar dem Mischen, Blauen, Weissen, Füllen, Leimen, Färben.

1. **Mischen.**—Je nach dem mannigfachen Gebrauch des Papieres wird man demselben verschiedenartige Zusammensetzung geben resp. Stoff von verschiedenen Hadernnummern und mehr oder weniger Surrogate verwenden.

Da das Bleichen des Stoffes zum Schutz der Fasern beendet werden muss, bevor noch eine völlige Entfärbung eintritt, und da auch ferner die später vorgenommene Harzleimung dem Papier einen unansehnlichen Farbton verleiht, so verwandelt man diesen in einen angenehmeren oder man setzt

dem Stoff einen weissen feinen Körper zu, man weisst.

Das Blauen nimmt man meist mit künstlichem Ultamarin vor, das zuvor mit Wasser zu einem gleichartigen Brei angerührt ist. Der Stoff soll völlig neutral sein. Bei geleimtem Papier findet das Blauen nach dem Leimen statt.

Zum Weissen ist der Ton als Keolin, China clay, am verbreitesten, da er nicht allein fest an der Faser haftet, sondern auch dem Papier einen angenehmen matten Glanz verleiht. Der gehörig in Wasser aufgeweichte Ton wird dem Stoff vor dem Leimen zugesetzt; bei ungeleimtem Papier verlangt er einen Stärkekleisterzusatz am Stoff.

Das aus dem Stoff durch Entwässern zu erhaltende Papier stellt ein poröses, von feinen Kanälen durchzogenes Blatt dar, welches Flüssigkeiten mit Begierde nach allen Richtungen aufsaugt. In dieser Form nennt man es Löschpapier, Fliesspapier, Filtrirpapier. Um diese Blätter derart zu verändern, dass man sie beschreiben oder bemalen kann, ist es erforderlich, die Zwischenräume zwischen den einzelnen Fasern auszufüllen, so dass eine dichte, porenfreie Masse entsteht, auf der Tinte, Farbe, etc., nicht ausläuft.

Pappefabrikation.

Papierblätter von besonderer Festigkeit und etwa von 0·5 bis 5·0 mm. Stärke bezeichnet man als Pappe.

Für Bilderkartons und Spielkarten benutzt man Stoff von nicht wesentlich anderer Zusammensetzung wie für gutes Papier, während für Buchdeckel, etc., viel minderwertigere Sorten benutzt werden. Kochen und Bleichen des Stoffes ist meist überflüssig. Wollene und seidene Hadern, Holzschliff, Sulfitcellulose, Strohstoff bilden die Hauptbestandteile. Für feste Pappen, Pressspähne, etc., müssen langfaserige, minderwertige Hadern benutzt werden, die vorher auf dem Stampfwerk zu zerkleinern sind. Gefärbt wird vielfach, geleimt selten; für Pressspähne verwendet man zum Leimen vielfach eine Wachsseife, die man durch Alaun fällt.

Die Handpappe kann man durch Schöpfen mit Formen ähnlich wie beim Buttenpapier herstellen, die Verfilzung ist indess unvollkommen und der Prozess teuer. Vorteilhafter ist es, geformte Blätter von gewöhnlicher Dicke nach ihrer Bildung auf einander zu legen und durch Pressen zu vereinen: gekautschte Pappe. Der geschöpfte Bogen wird hierbei von der Form nicht durch Filz, sondern einen bereits vorher geschöpften Bogen abgekautscht, mit diesen zwei Bogen nimmt man wieder

einen neuen, eben geschöpften Bogen von der Form und fährt in dieser Art fort, bis die gewünschte Pappendicke erreicht wird. Die Weiterbehandlung durch Pressen, Trocknen und Glätten wird wie beim Papier ausgeführt.

Die Glanzpappe (Pressspahn) wird im Stoff geleimt und mit Ton, etc., gefüllt.

Die geleimte Pappe ist die feinste und wird durch Übereinanderleimen von fertigem Papier hergestellt. Auf die zugeschnittenen Bogen trägt man mit einer Bürste Kleister auf und klebt so viel Lagen auf einander, bis die gewünschte Dicke erreicht ist.

PART III.

HÜTTENKUNDE.

Zinn.

Das Zinn wird überwiegend auf trockenem Wege gewonnen; untergeordnet findet auch eine Herstellung des Metalles aus Erzen, Hüttenprodukten und vornehmlich aus Weissblechabfällen auf nassem Wege statt.

Die Gewinnung des Zinns erfolgt durch ein reduzirend solvirendes Schmelzen, welches in Schacht- oder Flammöfen vorgenommen wird. Es treten hierbei eigentümliche Schwierigkeiten nach drei Richtungen hin auf. Zunächst bedarf das Zinn wegen seiner hohen Wärmetönung einer hohen Reduktionstemperatur, wobei zugleich auch sämmtliche fremden Metalle in den Erzen: Eisen, Kupfer, Blei, Wolfram, Arsen, Antimon, Wismuth, Zink, Molybdän mehr oder weniger reduzirt werden und das Zinn verunreinigen. Es ist deshalb die Vorbereitung der unreinen Zinnerze behufs Befreiung von den natürlichen Begleitern

von der grössten Wichtigkeit. Dann ist das geschmolzene Zinn sehr leicht oxydirbar, weshalb es der Einwirkung der Luft und besonders des Gebläsewindes in Schachtöfen entzogen werden muss. Endlich macht die doppelte saure und basische Natur seiner Oxyde das Zinn sehr zur Verschlackung geneigt: als Zinnoxydul verbindet es sich mit der Kieselsäure und als Zinnsäure nicht weniger leicht mit den Basen der Beschickung. Aus diesen Verbindungen kann es zwar durch kräftige Reduktionswirkung wieder abgeschieden werden, doch nur unter Aufwand von viel Brennmaterial und als ein verunreinigtes Produkt.

Die Zinnerze, in den Urgebirgsgesteinen vorkommend, sind von Natur reich an Kieselsäure. Sie geben beim Schmelzen eine schwerschmelzige, strengflüssige Schlacke, welche man durch die gewöhnlichen Eisenoxydul oder kalkhaltigen Zuschläge nicht leichtflüssiger machen darf, weil erstere zum Teil mit reduzirt werden, letztere zu Verschlackungen von Zinnoxyd Veranlassung geben würden. Die Folge davon ist, dass die zähen Schlacken zahlreiche Körner von metallischem Zinn eingeschlossen halten, welche durch besondere Arbeiten—Aufbereiten oder Umschmelzen—gewonnen werden müssen.

Das Rohzinn wird durch Saigerprozesse und Polen einer Raffination unterworfen. Hierbei lassen sich

die Verunreinigungen nur sehr schwer und unter bedeutendem Verluste an Zinn entfernen, was umsomehr auf eine sorgfältige Reinigung der Erze hinweist. Nur bei reineren Seifenzinnerzen—z. B. den in Granit vorkommenden—genügt eine mechanische Aufbereitung; meist muss eine weitere Behandlung durch Rösten und Verwaschen beziehungsweise Ausziehen mit Säuren, oft sogar um Wolfram zu entfernen, ein Schmelz zen mit Alkalisalzen hinzutreten.

Gewinnung des Zinns.

Zur Aufbereitung werden die Zinnerze in Cornwall fast allgemein gepocht und dann in Schlammgräben, auf Rundherden und Pfannenherden verwaschen. In Australien verfährt man in ähnlicher Weise. Diese Art der Aufbereitung ist gerade für Zinnerze wenig zweckmässig, weil der spröde, mit quarziger Gangart verwachsene Zinnstein beim Verpochen unverhältnissmässig viel feinen Schlamm giebt, der zum grossen Teil verloren geht. Wesentlich besser ist die deutsche Art der Aufbereitung, wonach die Zerkleinerung stufenweise durch Steinbrecher, sowie Quetschwalzwerke, zuletzt durch Scheibenmühlen erfolgt, und nach jeder Zerkleinerung, und daran anschliessenden sorgfältigen Klassirung, das schmelzwürdige

Erz durch Setzmaschinen abgezogen wird. Erst die feinen Schlamme werden zum Schlusse auf Stossherden, Rundherden, etc., verarbeitet. Häufig nimmt man, besonders bei Zinnwittern, vor der Zerkleinerung ein Mürbebrennen in Haufen, Stadeln oder Schachtöfen vor, lediglich um den mechanischen Zusammenhang der Massen zu lockern.

Bei unreinen Erzen erreicht man durch die mechanische Aufbereitung zwar eine Konzentration des Zinnsteins, ohne indess die Verunreinigungen genügend entfernen zu können, da viele von ihnen wegen ihres hohen spezifischen Gewichtes sich in den Schlichen mit anreichern. Man sucht diese Verunreinigungen durch eine Röstung in Flammöfen zu entfernen, wobei man den doppelten Zweck verfolgt, einerseits Arsen und Schwefel zu verflüchtigen und anderseits die beigemengten Metallsulfurete in spezifisch leichtere Oxyde überzuführen, welche sich durch nachfolgende Aufbereitung beseitigen lassen. Der Zinnstein selbst bleibt bei der Röstung fast unverändert; auch Wolframit wird nicht angegriffen und kann nur durch chemische Hilfsmittel entfernt werden.

Zum Rösten der kiesigen Zinnerze wendet man gewöhnlich Flammöfen an, welche mit Kammern zur Kondensation der Arsenikdämpfe versehen sind. In Cornwall haben diese Öfen z. B. einen horizontalen Herd von 12 bis 15 Fuss Länge und

7 bis 9 Fuss Breite, auf den Chargen von 500 bis 700 kg, je nach dem Kiesgehalte, in 12 bis 18 Stunden abgeröstet werden. Die Erhitzung steigt allmälig unter wiederholtem Umkrählen bis zu starker Rotglut. Wenn kein weisser Rauch mehr entweicht, zieht man das Rostgut durch eine—bis dahin bedeckte—Öffnung des Herdes in ein unter demselben befindliches Gewölbe.

Die abgerösteten Erze werden nun, wenn sie rein genug sind, aufbereitet, wobei eine Konzentration bis zu 70 Proz. erfolgt oder man unterwirft sie vorher einer Behandlung mit Säuren, um einige Verunreinigungen, Eisenoxyd, Kupferoxyd und namentlich Wismuthoxyd auszuziehen.

Raffination des Rohzinks.

Das durch Destillation gewonnene Zink ist immer mit grösseren oder geringeren Mengen fremder Metalle, namentlich durch Blei und Eisen verunreinigt, ausserdem finden sich aber noch Antimon, Arsen, Cadmium, Kupfer, Silber, Wismuth und, wenn das Zink aus Blende gewonnen ist, auch Schwefel. Im allgemeinen pflegen die aus Galmei hergestellten Zinksorten reiner zu sein als die aus Blende gewonnenen, weil mit der Blende mehr fremde Schwefelmetalle gesellschaftet sind, und weil die geröstete Blende eine höhere Reduktionstemperatur verlangt. Ebenso pflegt das im Beginn

der Destillation bei verhältnissmässig niedriger Temperatur übergehende Zink reiner zu sein, als das gegen Ende bei gesteigerter Hitze gewonnene.

Vielfach wird die Raffination des Rohzinks durch einfaches Umschmelzen bewirkt, indem man das Zinkbad bei mässiger Hitze längere Zeit ruhig stehen lässt, hierbei gehen schwere Metalle und Metallegirungen wie Blei, stark eisenhaltiges Zink durch Saigerung zu Boden und bleiben beim Ausschöpfen als Bodenzink zurück. Ein Teil der verunreinigenden Metalle oxydirt sich und sammelt sich mit Schwefelzink und den mechanischen Verunreinigungen an der Oberfläche, wo sie mit Zinkasche gemischt abgezogen werden. Von letzterem bildet sich um so mehr, je höher die Temperatur des Bades ist. Die schwer oxydirbaren Metalle, Antimon und Arsen, können durch Einführen von Chlormagnesium als Chloride abgeschieden werden.

Aus den Galmeierzen werden oft sehr reine Zinksorten gewonnen. So lange man in Oberschlesien fast nur Galmei verarbeitete, begnügte man sich damit, das Zink in gusseisernen, durch die abgehende Hitze der Zinkdestilliröfen geheizten Kesseln umzuschmelzen, öfters umzurühren und die Kratzen abzuziehen. Zuletzt liess man das Hartzink, welches sich in Berührung mit dem eisernen Gefäss bildete, absitzen und schöpfte die reineren Partien

aus. Jemehr aber die Verarbeitung der Blende zunahm, und je grössere Mengen Zink zu Blech ausgewalzt wurden, desto mehr ging man dazu über, das Zink in Flammöfem zu raffiniren, um ein reineres Zinkraffinat zu erhalten, da Blei und Eisen die Dehnbarkeit des Zinks sehr beeinträchtigen.

Gewinnung von Antimonium Crudum.

Das Schwefelantimon ist sehr leichtschmelzig und saigert schon bei Rotglut aus der Bergart ab. Man scheidet die Antimonit führenden Erze in: Stufferz mit 90 Proz. Sb_2S_3, Saigererze mit 45 bis 90 Proz. Sb_2S_3, Schmelzerze und Wascherze, welche letzteren der Aufbereitung unterworfen werden. Die Saigererze wählt man nicht unter Wallnussgrösse, weil bei der Unvollkommenheit der Saigerprozesse der Rückhalt in den Erzen um so grösser ausfällt, je feiner sie sind. Trotzdem bewegt sich derselbe noch zwischen 10 bis 20 Proz., da eine höhere Temperatur als Rotglut nicht angewandt werden darf, um nicht bedeutende Verluste durch Verdampfung von Schwefelantimon zu erleiden.

Das Aussaigern des Antimons geschah früher wohl direkt auf dem Herde von Flammöfen; gegenwärtig wird es bei diskontinuirlichem Betriebe in Tiegeln oder kontinuirlich in Röhren vorgenommen.

(*a*) **Saigerarbeit in Tiegeln.**—Die Tiegel, welche

mit 5 bis 15 kg. Erz chargirt werden, haben im Boden mehrere Löcher von 10 bis 15 mm. Durchmesser und sind auf andere Tiegel mit vollem Boden zum Aufnehmen des ausgesaigerten Antimonsulfurets dicht anfluttirt. Oben erhalten sie einen Deckel. Zu Wolfsberg am Harz und Magurka in Ungarn setzt man nahe bei den Gruben den unteren Tiegel in primitiver Weise zwischen niedrigen Mauern in Sand oder Erde, umgiebt den oberen mit Brennmaterial und feuert im Freien so lange, bis die Saigerung beendigt ist. Zu Milleschan in Böhmen gruppirt man die Tiegel in Flammöfen, entweder kreisförmig um einen tiefer gelegenen oder reihenförmig zwischen zwei seitlich gelegenen Rosten. Der Brennstoffaufwand ist hierbei geringer, aber doch noch sehr hoch, denn nach 6 stündiger Saigerung muss der Ofen 24 Stunden Zeit zum Abkühlen haben.

(*b*) **Saigerung in Röhren.**—Die Röhren stehen auf durchlöcherten Tontellern zu vieren in einem Ofen zwischen drei Rosten. Sie sind 1 m. hoch, oben 25, unten 25 cm. weit und haben 1·5 bis 2 cm. Wandstärke. Jedes Rohr wird mit 250 kg. Erz gefüllt, mit einem Deckel versehen und, nach dem die Saigerung in 3 Stunden beendet ist, durch eine seitliche Öffnung unten entleert, um sogleich wieder frisch gefüllt zu werden. Das aussaigernde Schwefelantimon läuft in Tiegel, welche auf einem Wagen-

gestell durch zwei während der Saigerung geschlossene Kanäle im Innern des Ofens untergeschoben werden. Hier halten die Verbrennungsgase dieselben warm, was nötig ist, um dem Produkt eim gutes Aussehen zu geben, da das ausgesaigerte Schwefelantimon nur bei langsamem Erkalten ein strahliges Gefüge bekommt.

Die Verunreinigungen des Antimonium crudum bestehen zumeist in den Sulfureten von Arsen und Eisen, wozu gelegentlich die von Kupfer und Blei kommen.

Platin Gewinning.

Zur Herstellung von reinem Platin schmilzt Matthey das rohe Platin mit sechsfacher Menge Blei zusammen und behandelt die Legirung in Granalienform mit Salpetersaüre, bis das als schwarzes Pulver zurückbleibende Platin frei von Eisen und Palladium ist und ausser Iridium nur noch geringe Mengen Blei, Rhodium und andere Platinmetalle enthält. Nach dem Kochen mit Königswasser bleibt Iridium ungelöst zurück. Aus der Lösung wird das Blei mit Schwefelsaüre, und dann das Platin mit überschüssigem Salmiak und Kochsalz gefällt. Bei Anwesenheit von Rhodium ist der Platinsalmiak rosafarben statt reingelb gefärbt. Durch Glühen des Salmiakniederschlages mit saurem schwefelsaurem Kali wird das Platin zu einer schwarzen,

schwammigen Masse reduzirt, das Rhodium aber lässt sich durch Wasser als schwefelsaures Rhodiumkali ausziehen. Hers schlägt vor, um an Zeit und Königswasser zu sparen, das Rohplatin mit der 4 bis 5 fachen Menge Zinc zu legiren und die Legirung zuerst mit Schwefelsäure, dann erst mit Königswasser zu behandeln.

Gewinnung von reinem Iridium.

Das aus gewöhnlicher Lösung erhaltene Iridium enthält noch Platin, Rhodium, Ruthenium und Eisen, nach dem es von Osmium durch langes Kochen mit Königswasser und Fällen mit Chlorammonium befreit ist. Diese Legirung wird mit der zehnfachen Menge Blei einige Stunden lang geschmolzen, hierauf das Blei mit Salpetersäure weggelöst und der Rückstand so lange mit Königswasser digerirt, bis eine krystallinische Masse der Metallchloride entstanden ist. Diese schmilzt man mit doppelt schwefelsaurem Kali bei hoher Temperatur, wodurch ein grosser Teil des Rhodiums entfernt wird. Hierauf behandelt man das Iridium. mit der zehnfachen Menge Kaliumhydroxyd und der dreifachen Menge Salpeter in einer Goldpfanne und setzt die Schmelzung fort, bis Eisenoxyd, iridiumsaures und rutheniumsaures Kali enstanden

ist. Letzteres giebt mit Wasser eine orangerote Lösung, während das blaue Iridiumsalz ungelöst mit dem Eisenoxyd zurückbleibt; zum Extrahieren der letzten Spuren von Ruthenium wird das Salz wiederholt mit einer Lösung von unterchlorsaurigem Natron behandelt, bis schwacher Alkohol und unterchlorigsaures Natron sich nicht mehr rot färben. Zuletzt wird noch etwas Eisen durch Schmelzen mit doppelt schwefelsaurem Kali entfernt.

Herstellung der Legirungen.

Die Legirungen werden zumeist durch Zusammenschmelzen der reinen Metalle hergestellt, weil man es nur so in der Hand hat, ihnen mit Sicherheit die beabsichtigte Zusammensetzung und damit die gewünschten Eigenschaften zu geben.

Für die Erzeugung der Legirungen aus den Reinmetallen im Kleinen, oder wenn dieselben sorgfältig vor der Berührung mit den Feuergasen geschützt werden müssen, benutzt man Ton- bezw. Graphittiegel, und für leichtschmelzige Metalle auch Kessel; im übrigen für die Herstellung im Grossen Flammöfen, welche zweckmässig mit Generatorgasen geheizt werden, weil man bei dieser Art der Feuerung am sichersten mit reducirender Flamme schmelzen kann. Bei

direkter Feuerung ist Holz als Brennmaterial immer Steinkohlen vorzuziehen.

Die Anfertigung von brauchbaren Legirungen ist in vielen Fällen durchaus nicht so einfach, wie es scheinen möchte, und erfordet sachkundige Beobachtung gewisser Vorsichtsmaassregeln und die Anwendung praktisch bewährter Kunstgriffe. Zunächst ist peinlich darauf zu sehen, dass die Legirung während der Operation des Zusammenschmelzens keine fremden Stoffe aufnimmt, welche ihre Qualität schädigen könnten. Vor allem ist die Berührung der in der Schmelzhitze meist leicht oxydirbaren Metalle mit Sauerstoff zu vermeiden: einmal des Substanzverlustes wegen, durch welchen die Legirung unter Umständen eine wesentlich andere Zusammensetzung erhalten kann, als beabsichtigt war, und dann besonders, weil manche Metalle ihr Oxyd auflösen, wodurch die Festigkeitseigenschaften wesentlich alterirt werden. Bei kupfer- und nickelhaltigen Legirungen kann dies in zweifacher Weise der Fall sein, sowohl durch den nach der Erstarrung mechanisch eingelagerten Fremdkörper, wie durch Wechselzersetzung des Oxydes mit etwa vorhandenen Spuren von Schwefelmetallen oder Kohle während der Erstarrung zu schwefliger Saüre bezw. Kohlenoxyd. Auch vor Absorption von anderen Gasen: Wasserstoff bei Eisen, Sauerstoff bei den

Edelmetallen ist das Metallbad zu schützen, weil sonst blasiger Guss die Folge sein würde. Man kann zwar durch die bei der Raffination der betreffenden Metalle üblichen Prozesse dem Übelstande abhelfen, der beste Schutz besteht aber darin, der Oberfläche des Metallbades eine Decke von Borax, Glas oder Kohlenpulver zu geben.

Bei der Herstellung von Legirungen ist darauf Rücksicht zu nehmen, in welchem Grade die einzelnen zu vereinigenden Metalle schmelzbar, oxydabel und flüchtig sind. In der Regel pflegt man das schwerer schmelzbare Metall zuerst zu schmelzen, und das leichter schmelzende dann einzutragen.

PART IV.

SPINNEREI UND WEBEREI.

Die Seide.

Die Seiden sind morphologisch die einfachsten, ihren Eigenschaften nach die bei weitem vollkommensten und edelsten Gespinnstfasern. Ihre Schönheit und Kostbarkeit hat zu aller Zeit gerechtes Aufsehen erregt und wir besitzen daher über die Seide ein nicht unbedeutendes geschichtliches Material.

Jede Seide ist das Produkt eines Insektes aus der Familie der Nachtschmetterlinge. Der wichtigste Seidenspinner, *Bombyx mori*, ist schon seit Jahrtausenden in seiner ursprünglichen Heimat, China zum Culturtier geworden. Durch passende Züchtung sind neue Racen entstanden und es ist heute kaum mehr möglich, die Urform dieses Thieres festzustellen. Der Lebensgang dieses Seidenspinners, sowie aller anderen seidenliefernden Schmetterlinge lässt sich kurz in folgender Weise beschreiben.

Der Schmetterling selbst nimmt weder Nahrung

zu sich, noch producirt er irgend welche Seide. Seine kurze Lebensdauer ist ausschliesslich dem Fortpflanzungsgeschäfte gewidmet und erlischt nach der Beendigung desselben. Aus dem von dèm weiblichen Tiere abgelegten Eiern entwickelt sich die ungechlechtliche Form des Tieres, die Raupe, welche auf der ihr zukommenden Futterpflanze ein verhältnissmässig langes Leben führt und durch rasches Wachstum und grosse Entwickelung des Verdauungsapparates die in reichen Mengen genossene Nahrung in Materialvorräthe für ihre späteren Lebensformen umsetzt. Sobald die Raupe das Maximum ihres Wachstums erreicht hat, verwandelt sie sich in einer Puppe; d. h. in eine ruhende Übergangsform zum Schmetterling. Damit aber die wehrlose Puppe vor äusseren Eingriffen geschützt werde, spinnt sich die Raupe, ehe sie zur Puppe wird, in ein aus einem sehr wiederstandsfähigen Material, nämlich aus Seide, gefertigtes Gehäuse ein. Dieses Gehäuse wird als Cocon bezeichnet und bildet das Rohmaterial der Seidengewinnung.

Gewinnung der Seide.

Aus 100g. Seideneiern werden erfagrungsgemäss 150 bis 200 kg. fertige Cocons gewonnen; 586 Cocons wiegen im Durchschnitt 1 kg.

Bei der Verarbeitung der Cocons werden durchschnittlich aus 100 kg. derselben 8 bis 10 kg. reine Seide gewonnen. Zur Gewinnung der Faser schlägt man den nachfolgend beschriebenen Weg ein, der eigentlich eine genaue Umkehrung des Spinnprozesses der Raupe ist.

Ehe indess zur Gewinnung der Seide geschritten werden kann, müssen die die Cocons bewohnenden Puppen getötet werden. Es geschieht dies entweder durch trockene Hitze oder durch Dampf.

Das erste Verfahren, das Backen der Cocons, geschieht in der Weise, dass man die Cocons in Körbe packt oder auf Brettern ausbreitet und mit diesen in einem Backofen während zwei bis drei Stunden einer Hitze von 70 bis 75 C. aussetzt.

Das Töten mittelst Wasserdampf wird angewandt, wenn der Cocon sofort verarbeitet werden soll. Es genügt eine 9 bis 10 Minuten lange Einwirkung des Dampfes, um das Tier zu töten.

Man hat auch versucht, die Tiere durch die Dämpfe von Schwefelkohlenstoff, Kampher und ähnlichen Körpern zu töten; doch sind diese Verfahren bis jetzt nicht in allgemeinen Gebrauch gekommen.

Sobald die Tiere getötet sind, kann das abhaspeln beginnen. Die Cocons werden durch kurzes Verweilen in siedendem Wasser erweicht, dann in das mit Wasser von 28 C. gefüllte Becken der Haspel-

maschine zu je 4 bis 18 übertragen. Die Arbeiterin sucht und findet durch Quirlen der Cocons mit einem Reisigbesen das Ende jedes Coconfadens, vereinigt die Fäden, wirft sie auf die Haspelmaschine und haspelt sie ab, indem sie jeden abreissenden oder zu Ende gehenden Faden durch einen neuen ersetzt.

Der Haspel macht 800 bis 900 Umdrehungen in der Minute, die Seide wird in hin- und hergehenden Bogen aufgewunden und die Führung des feuchten Fadens geschieht durch passend in die Maschine eingeschaltete Glashäkchen.

Die einzelnen feuchten Coconfaden haften durch den sie überziehenden, durch das heisse Wasser erweichten Seidenleim an einander und erhalten ausserdem eine ganz leichte Drehung. So entsteht der einfachste Rohseidenfaden, die Grège. Durch Vereinigung mehrerer Grègefäden unter abermaliger Drehung entsteht Organsin, Seidenfäden für die Kette der Gewebe, während die Vereinigung einer geringeren Anzahl Grègefäden unter schwächerer Drehung die zugehörige Trame, den Faden für den Schuss oder Einschlag der Gewebe liefert.

Bei den meisten der übrigen Materialien kann man den Arbeitsprocess etwa folgendermassen einteilen :—

I. Die Bildung eines Bandes,
II. Das Duplieren oder Strecken,

III. Das Vorspinnen,
IV. Das Feinspinnen,

wobei diese Arbeiten in ähnlicher Weise, wie dies vorhin beschrieben wurde, vorgenommen werden.

Der Grad der den Garnen in der Spinnerei zu erteilenden Drehung hängt im wesentlichen von dem Zwecke ab, zu welchem sie gesponnen werden. Wir unterscheiden Kettendrehung, Halbkettendrehung, und Einschlagdrehung. Die Garne mit Kettendrehung müssen rund, fest und glatt sein, ausserdem aber auch noch genügend Elastizität und Dehnbarkeit besitzen, um den Anforderungen, die beim Weben an die Kette gestellt werden, vollkommen zu entsprechen. Der Spinner muss auf die Drehung sein grösstes Augenmerk richten, da hier jedes zu viel oder zu wenig sowohl für den Scheerer als für den Weber die grössten Unannehmlichkeitn im Gefolge hat. Ist die Kette zu scharf gedreht, so bilden sich Schleifen, die während des Webens lockere Fäden entstehen lassen; ist sie zu wenig gedreht, so hat das Garn nicht die nötige Festigkeit, und es werden dadurch Fadenbrüche veranlasst. Die Halbkettendrehung wird bei solchen Garnen angewendet, die zu Einschlag bestimmt sind, jedoch in Gewebe kommen, in denen dieser zur Bildung des Musters wesentlich mitwirken soll. Diese Garne dürfen wohl etwas weicher, voller sein, als die Kettengarne, müssen

jedoch noch immerhin rund und fest sein. Zu den Einschlaggarnen endlich giebt man den Fäden bedeutend weniger Drehung, so dass dieselben voller, offener werden und beim Verweben sich besser heraufschlagen, also auch eine volle Ware ergeben; indessen müssen sie doch stets so gedreht werden, dass das Garn das Abziehen von der Spule während des Webens aushält.

Dieselbe Verchiedenheit der Drehung, die wir soeben bei dem einfachen Garne beobachteten, finden wir auch bei den Zwirnen. Teils um einem Garne erhöhte Festigkeit zu geben, teils auch, um einen perlähnlichen Effekt in der Ware hervorzubringen, oder um ein Muster schärfer markieren zu können, dreht man zwei oder mehr Fäden um einander. Man unterscheidet einfache und duplirte Zwirne. Werden zwei oder mehr einfache Fäden auf einmal zusammengedreht, so entsteht der einfache Zwirn; werden zwei oder mehr einfache Zwirne nochmals gezwirnt, so entsteht der duplirte Zwirn. Die Drehungsrichtung des einfachen Zwirnes ist immer der des einzelnen Fadens, die Drehungsrichtung des duplirten Zwirnes ist immer der des einfachen Zwirnes entgegengesetzt.

DIE BAUMWOLLSPINNEREI.

Die in die Spinnerei gelangenden Baumwollballen einer und derselben Marke enthalten oft Fasern von verschiedener Güte, weshalb dieselben zur Erreichung eines gleichmässigen Garnes untereinander vermischt werden müssen. Die Anzahl der Ballen, welche zu einer Partie versponnen werden sollen, werden deshalb gleichzeitig geöffnet und ihr Inhalt schichtenweise übereinander gelegt. Nach dem Mischen wird die Baumwolle welche noch vielfach aus zusammenhängenden Flocken besteht und hier und da Samenkörner, Staub, etc., enthält, geöffnet und gereinigt. Die hierzu verwendete Maschine wird der Öffner genannt. Die geöffnete Baumwolle wird hierauf den Schlagmaschinen übergeben, welche ausser dem der vollkommeneren Öffnung und Reinigung auch noch den Zweck haben, eine Watte zu erzeugen; d. h. die Faser zu einem langen und breiten Bande zu vereinigen, das auf einen Holzzylinder aufgewickelt wird. Um diese Watten möglichst gleichmässig herzustellen, werden der zweiten Schlagmaschine drei oder vier derselben vorgelegt, die sie wieder zu einer einzigen vereinigt. Die Wickel werden sodann den Krempeln vorgelegt, welche die Fasern vollends parallel zu einander legen und ein circa 30 mm. breites Band bilden, das in einen sich langsam drehenden Topf geleitet wird.

Ähnlich wie bei der Schafwollspinnerei wird nun das erzeugte Band in den Streckmaschinen dupliert und verzogen, bis es die gewünschte Gleichmässigkeit vollkommen besitzt, worauf es in die Vorspinnmaschine gelangt. Diese, in Grob-, Mittel-, Fein-, und Ganzfeinflyer geteilt, verziehen die Bänder noch mehr, geben denselben eine schwache Drehung, bringen sie in Fadenform, und winden sie auf Holzspulen auf, welche dann der Feinspinnmaschine vorgesteckt und hier zum fertigen verwebbaren Faden verzogen und gedreht werden.

Prüfung gemischter Gewebe und Garne.

Das erste und zuverlässigste Mittel zur Erkennung der Fasern ist das Mikroskop. Man zieht aus einem zu beurteilenden Gewebe einige Ketten- und Schussfäden heraus, dreht jeden derselben in der der Spinnerei entgegengesetzten Richtung auf und besichtigt nun die einzelnen Fasern.

Obwohl diese Art der Untersuchung untrüglich ist, so kann sie doch nicht in Anwendung kommen, wo man gemischte Garne in Bezug auf den ihnen beigemischten Prozentsatz der einen Fasergattung untersuchen will. Zudem hat auch infolge des hohen Preises dieser Instrumente nicht jeder Gelegenheit, sich eines solchen zu bedienen, so dass

man auf zuverlässige billigere Mittel sann. Man hat diese in der Chemie gefunden.

Um mineralische Fasern in einem Gewebe erkennen zu lassen, bedarf es nur der Verbrennung eines Stückchens des betreffenden Stoffes an einer Flamme. Tierische und pflanzliche Fasern werden bald vernichtet sein, so dass man nur noch die mineralischen Faseren sieht; diese Aufgabe dürfte indessen äusserst selten vorkommen.

Um zu wissen, ob ein vorliegender Faden tierischen oder pflanzlichen Ursprunges sei, wenden wir ebenfalls das Mittel der Verbrennung an. Die Planzenfaser besteht aus Sauerstoff, Wasserstoff, und Kohlenstoff, verbrennt daher geruchlos. Sie hinterlässt nur wenige leichte Asche, welche rasch verfliegt. Die tierischen Fasern bestehen jedoch aus Sauerstoff, Wasserstoff, Kohlenstoff, und Stickstoff. Letzterer entwickelt bei der Verbrennung einen unangenehmen Geruch. Der Stickstoff erschwert, verlangsamt die Verbrennung. Es bildet sich eine schwammige, sich aufbauschende Kohle.

Um aus gemischten Garnen und Geweben den Prozentsatz der tierische Beimischung zu ermitteln, verfährt man folgenderweise: man giebt das zu untersuchende Gewebe oder Garn, nachdem man es zuvor genau abgewogen hat, in verdünnte Kalilauge, wobei die Fasern pflanzlichen Ursprungs nicht angegriffen, diejenigen tierischen Ursprunges

aber vollständig aufgelöst werden. Giebt man etwas Essigsaüre zu, so entsteht ein Niederschlag; man wäscht das übriggebliebene Gewebe oder Garn in klarem Wasser aus, trocknet es, wiegt es wieder ab und kann aus den beiden Gewichtsangaben sich leicht die Mischung berechnen.

Alle Alkalien zerstören den Hornstoff oder das Keratin, welches der Grundstoff tierischer Fasern ist. Auch die Seide ist in der Kalilösung löslich, kann jedoch durch Zusatz von Wasser ausgeschieden und zwar in Faserform ausgeschieden werden.

Kocht man eine Mischung von Fasern, sei dies nun im Gewebe oder Garne, in Salpetersaüre, so wird sich Seide hellgelb, Wolle dunkelgelb färben, Baumwolle, Flachs, Hanf, u. s. w. aber weiss bleiben,

PART V

FÄRBEREI.

BAUMWOLLFÄRBEREI.

DIE Baumwolle besitzt nur geringe Anziehungskraft für die meisten Farbstoffe, sodass das Färben in zwei Teile zerfällt, in das *Beizen* und das *Ausfärben.* Nur in einzelnen Fällen wird die Beize dem Farbstoffbade gleich zugegeben und noch seltener folgt das Beizen nach dem Ausfärben. Erst in den letzten Jahren ist es gelungen, eine grössere Anzahl Farbstoffe darzustellen, nämlich die *substantiven* auch *direktfärbenden* Farbstoffe genannt, welche sich mit der Baumwollfaser mit grösster Leichtigkeit, ohne jegliche vorhergehende Beizung verbinden.

Die letztgenannten Farbstoffe haben sich gut eingebürgert. Ausser diesen werden vorzugsweise die basischen Farbstoffe angewandt. Die Alizarinfarbstoffe, mit alleiniger Ausnahme des Alizarinrots, finden sehr langsam Eingang. Ganz ausgeschlossen bleibt die grosse Farbstoffgruppe der

sauren Teerfarben. Von den natürlichen Farbstoffen werden insbesondere Indigo, Catechu, Sandel, Blauholz, Gelbholz, Curcuma noch ziemlich umfangreich gebraucht.

Baumwolle wird wohl, von Druckzwecken abgesehen, am häufigsten als Garn gefärbt, dann aber auch als Stückwaare, wie Biber, Velvet u. s. w. Erst seit einigen Jahren verbreitet sich die Färberei der Baumwolle im unversponnenem Zustande.

Widerstandsfähigkeit der Färbungen auf Baumwolle.

Die Widerstandsfähigkeit der Farben ist abhängig von den auf sie zerstörend einwirkenden Einflüssen, die verschiedene Ursachen haben und sich verschieden äussern. Da es eine absolute Echtheit nicht giebt, so ist die Bezeichnung "echt" in einer gewissen Einschränkung anzuwenden, nämlich in Verbindung mit der Benennung des Einflusses, welchem Widerstand begegnet werden soll. Man spricht deshalb von Licht- und Luftechtheit, Wasch -und Walkechtheit, Reib- und Schweissechtheit Bleich- und Chlorechtheit, Säure- und Schwefelechtheit. Der Färber muss sich gewiss sein, welche Echtheit im besondern verlangt wird. Ein zur Herstellung von

Uniformstücken bestimmter Stoff, welcher den grössten Teil des Tages der Einwirkung des Lichts, der Luft und sehr oft dem Regen ausgesetzt sein wird, hat einen anderen Grad von Echtheit zu besitzen, als ein wertvoller Seidenstoff, der vielleicht niemals von den Strahlen der Sonne getroffen, sondern immer nur bei künstlicher Beleuchtung und überhaupt nur sehr selten getragen werden wird. Bei der Anfertigung von Teppichen und Vorhangsstoffen muss die Lichtechtheit hauptsächlich berücksichtigt werden, während für Trikotagen Farben gewählt werden müssen, welche durch Seifenwasser keine Veränderung leiden.

Die Untersuchungen von Chevreul haben gezeigt, dass weiterhin dieselbe Farbe nicht auf allen Fasern gleich echt ist. So ist z. B. Indigoextrakt am echtesten auf Seide, am wenigsten echt auf Baumwolle; Die Echtheit eines Farbstoffes auf einer Faser ist demnach kein Beweis für dieselbe Echtheit auf einer anderen Faser.

Das Bleichen des Baumwollgarnes.

Soll das Baumwollgarn schwarz oder in dunkeln Farben gefärbt werden, so wird es in der Regel nicht gebleicht, sondern bloss mit Wasser ausgekocht, um es weiss zu machen und vollständig zu durchnässen. Für helle Farben erzielt man häufig

ein schnelles, obgleich mehr oder weniger unvollständiges Bleichen dadurch, dass man das durchnässte Garn durch eine schwache siedende Sodallösung zieht, dann auf einige Stunden in einer schwachen Lösung von Chlorkalk oder unterchlorigsauren Natron liegen lässt. Das Garn wird nun in Wasser gewaschen, durch verdünnte Salzsäure gezogen und schliesslich noch einmal gewaschen.

Nach den unten beschriebenen Operationen lässt sich das Garn vollständiger und durchgreifender bleichen.

I. **Das Kochen mit Lauge.**—Sechs Stunden mit 2000 Liter Wasser und 300 Liter Natronlauge bei 19 B. kochen; 45 Minuten im Wasser liegen lassen und abspülen.

II. **Das Bleichen mit Chlorkalk.**—Das Garn wird zwei Stunden unter dem Sieb in einer Lösung von Chlorkalk bei 1, 5 B. liegen gelassen, sodann eine halbe Stunde unter dem Siebe gewaschen.

III. **Sauern.**—Das Garn eine halbe Stunde in verdünnter Schwefelsaüre 1 B. liegen lassen, dann eine halbe Stunde unter dem Siebe waschen, und darauf durch die Waschmaschine passiert.

Soll das Garn nicht gefärbt werden, sondern weiss bleiben, so wird dasselbe durch eine heisse Seifenlösung mit Waschblau gezogen, in der Centrifugalmaschine vom Wasser befreit und getrocknet.

Das Kochen mit Natronlauge geschieht in grossen eisernen Blechkesseln, die entweder offen oder nit einem verschraubbaren Deckel versehen sind, um das Kochen unter schwachem Dampfdruck zu ermöglichen.

Das Garn wird zuerst in den Bleichkessel gebracht und etwa eine Stunde mit Dampf behandelt, hierauf lässt man die Natronlauge einfliessen und kocht zehn bis zwölf Stunden.

Wollfärberei.

Die Wolle zeigt eine grössere Hinneigung zu den meisten Farbstoffen, insbesondere zu den Teerfarben, sodass häufig nur ein blosses Eintauchen des Materials in eine Auflösung des Farbstoffs genügt, nach allmähliger Steigerung der Temperatur, das Auffärben des Färbemittels zu vollziehen. Nur bei einer kleineren Anzahl Farbstoffe, wie bei den meisten natürlichen Farbstoffen, sowie bei den Alizarinfarbstoffen bedarf es der Anwendung einer voraufgehenden oder gleichzeitigen Beizung des Materials zur Befestigung des Farbstoffs.

Mit grösserer Sorgfalt als bei den Pflanzenfasern müssen die physikalischen Eigenschaften der Wolle und das Verhalten gegen die verschiedenen, zur Anwendung gelangenden Mittel ins Auge gefasst

werden. In Betracht kommt die Struktur und die Beschaffenheit des Wollhaares. Je gesunder und kräftiger das Wollhaar ist, desto grösser ist das Aufnahmevermögen für Farbstoffe, während im entgegengesetzten Falle mehr Neigung zum "Bluten" und nachlassen der Farbe vorhanden ist.

Auch die Wollqualität und die Wollgattung ist von Einfluss auf die Fülle des Farbtons und auf die Schönheit desselben. Grobe und harte Wolle, wie auch solche, die mehr den Charakter des glatten Haares besitzen, wie Cheviot und Mohairwolle, sind nicht so leicht zu färben wie die gekräuselte Merinowolle u.a. Färbt man ferner unter gleichen Verhältnissen ein Stück aus deutscher Schurwolle und Gewebe aus Sydneywolle, so wird man finden, dass die Stücke aus erstgenanntem Material viel intensiver gefärbt werden. Je feiner die Wolle, um so mehr Farbstoff wird aufgenommen, um so voller und feuriger fallen die Farbtöne aus. Es hängt dies vielleicht mit der grösseren Porosität und dem weniger hornartigen Charakter der Schuppen zusammen. Die meisten Schwierigkeiten bereiten im Verhältnis die Kunstwollen, sowie die Gerber oder Hautwollen.

Bleichen der Wolle.

Die durch die Operationen des Waschens und Trocknens vorbereiteten Waren besitzen oft noch nicht diejenige Weisse, welche von ihnen verlangt werden muss, wenn sie für helle Farben bestimmt sind. In diesem Falle muss die Ware gebleicht werden. Die Bleichmittel wirken in den meisten Fallen oxydirend auf den Farbstoff ein.

Die Wolle wird als lose Wolle niemals gebleicht, sondern nur als Garn oder Gewebe, und auch nur dann, wenn sie entweder weiss bleiben soll, oder wenn sie zu hellen Farben bestimmt ist; zu dunkleren oder mittleren Farben bestimmte wird nicht gebleicht. Von Bleichmitteln zur Wolle kommen nur zwei in Betracht: Schwefel, resp. schweflige Säure, und Wasserstoffsuperoxyd.

Bleichen mittels Schwefel.—Diese Operation wird allgemein als Schwefeln der Wolle bezeichnet. Es wird in den sogenannten Schwefelkammern vorgenommen, das sind aus Back- oder Ziegelsteinen hergestellte Räume, am besten ohne Kalkabputz, mit Tür und von aussen verschliessbaren Fenstern versehen, am besten auch am Dache mit einer von unten zu öffnenden Klappe. In diese Kammer werden die zu bleichenden Wollwaren auf hölzerne Böcke oder horizontal gezogene Leinen gehängt.

Der Schwefel wird am besten in Form von Stangen angewendet, welche gröblich zerstückelt in einen steinernen Topf geschüttet und dann angezündet werden. Dann werden alle Fenster und Türen so dicht als möglich geschlossen und die Ware der Einwirkung der schwefligsauren Dämpfe 6 bis 8 Stunden, unter Umständen auch länger, überlassen. Der Fortgang des Bleichens kann durch die Fenster beobachtet werden. Nach beendetem Bleichen wird gelüftet und die Ware gespült. Das Spülen muss in reinem kalkfreiem Wasser geschehen. Auf ein gründliches Spülen ist besonderes Gewicht zu legen, damit die wasserlösliche Leukoverbindung völlig aus der Wolle entfernt wird.

Färberei von wollenen Stückwaaren.

Die Stückfärberei besitzt vor der losen Wollfärberei und der Garnfärberei den grossen Vorteil, dass die fertige Waare keiner Walke oder scharfen Wasche unterzogen wird. Die Wasche wird lediglich mit reinem Wasser oder in besonderen Fällen vielleicht noch mit Walkerde, die der Farbe keinen Eintrag tut, vollzogen, Infolgedessen lässt sich die Stückfarbe voller und feuriger herstellen, als die Wollfarbe. Der Farbton bleibt so, wie er auf dem Farbebottich erzeugt worden ist. Da man weiterhin auf Stückwaare jede Färbeweise und jedes

Maass von Farbstoff und Beize anwenden kann, ohne für die Spinnfähigkeit besorgt zu sein, so kann man vielleicht auch schliesslich noch festere und solidere Färbungen herstellen, als auf loser Wolle. Hingegen sind die Schattenseiten der Stückfärberei auch besonders zu betonen, indem sich sowohl die Fehler des Spinners, wie des Webers und ganz besonders die des Walkers in Form von Streifen, Flecken und Wolken unangenehm bemerkbar machen.

In der Stückfärberei kommt es wesentlich darauf an, egale Färbungen zu erzielen. Für empfindliche Farben oder bei feiner Waare wird das vorher gut gereinigte Gewebe zunächst genetzt, d. h. so lange in einem Kessel mit heissen Wasser umgezogen, bis es vollkommen durchnässt ist. Die Waare wird dann beim Eingehen in das Färbebad die Farbstofflösung gleichmässig und leichter in sich aufnehmen. Beim Netzen ersieht man gleichzeitig diejenigen Flecken, welche während der Fabrikation zufällig hineingekommen sind, als Ölflecken, Stockflecken u. s. w., indem diese das Wasser nicht, oder nur in beschränktem Maasse aufnehmen werden. Schwere Militärstoffe passiert man bei 60° C. durch ein starkes Sodabad und nach geschehenem Abtropfen auf dem "Bock," spült man in warmem Wasser, und schliesslich in kaltem Wasser. Auf diese Weise behandelt man auch Gewebe, bei

denen man noch das Vorhandensein von Schmutzmaterial vermutet, welches ein wesentliches Hindernis für das Durchfärben und Egalfärben der Stückwaren bildet.

Das Färben gemischter Gewebe.

Gemischte Gewebe, halbwollene oder halbseidene Stoffe, können in allen Arten vorkommen. Die Wolle und Baumwolle können durch das ganze Gewebe hindurch gemischt sein, oder, was öfters der Fall ist, jede Faser kann auf besondere Fäden beschränkt sein, die entweder den Einschlag oder den Zettel bilden.

Eine grosse Klasse dieser Halbwollstoffe, worunter halbwollene Cachmirs, Coburg, Alpaca, Delaine und andere, sind dünne Damenstoffe. Sie bestehen aus baumwollenem Zettel und wollenem Einschlag und dienen gut zur Darlegung der allgemeinen Methoden beim Färben gemischter Gewebe.

Gefärbte Halbwollstoffe werden auf zweierlei Weise hergestellt.

I. Der baumwollene Zettel wird vor dem Verweben schwarz, braun, dunkelblau, etc., gefärbt, in welchem Falle der wollene Einschlag nach dem Weben gefärbt wird.

II. Wenn nur helle Nauncen verlangt werden, so werden die Baumwolle und die Wolle immer in ungefärbtem Zustande mit einander verwebt, und

man nennt die dann gefärbte Waare "im Stück gefärbt." Dunkle Nuancen werden auf solche Gewebe auch gefärbt.

Für mittlere und bessere Waare wird das vorhergehende Färben des Zettels immer vorgezogen, da bei diesem Verfahren sowohl die Baumwolle als die Wolle mit grösserer Auswahl von Farbstoff gefärbt und die für jede Faser passendste Behandlung angewendet werden kann. Ein baumwollener Zettel kann dabei z. B. mit Farben gefärbt werden, die den Säuren wiederstehen, so dass man zum Färben der Wolle saure Farbstoffe benutzen kann. Auch können auf die Wolle lebhaftere Farben gefärbt werden, weil diese nachher nicht durch Beiz- und Färbeoperationen verunreinigt werden, die sonst für die Baumwolle notwendig wären. Ferner haben auf diese Weise gefärbte Waaren einen viel weicheren und angenehmeren Griff, als die im Stück gefärbten.

Die Reihenfolge der Operationen, denen die halbwollenen Gewebe im allgemeinen unterworfen werden, ist folgende: Durchnässen, Waschen und Crabben, Dämpfen, Trocknen, Sengen, Durchnässen, Färben der Wolle, Waschen, Färben der Baumwolle, Waschen, Trocknen, Appretiren. In der Ausführung verlangen besondere Waaren oder gewünschte besondere Effecte geringe Abänderungen des Verfahrens.

Anwendung von Ferrosulfat auf die verschiedenen Gespinnstfasern.

Anwendung auf Baumwolle.—Die Anwendung von Ferrosulfat für sich zum Beizen der Baumwolle ist ziemlich beschränkt. Wenn das Salz als Beize gebraucht wird, so geschieht dies gewöhnlich zum nachdunkeln, d. h. nach der Anwendung des Farbstoffes, in welchem es mit dem Farbstoff, den die Baumwolle aufgenommen hat, einen Lack bildet. Diese Art des Vorgehens ist etwas irrationell, weil die Menge Farbstoff, den ungebeizte Baumwolle aufzunehmen vermag, in der Regel gering ist; die Methode ist daher nur für sehr blasse Farbentöne dienlich.

Eine bessere Methode der Anwendung dieser Beize besteht darin, dass man die Baumwolle mit Gerbstoff tränkt und dieselbe darauf in eine Lösung von Ferrosulfat bringt; aber für die auf diese Art zu erzielenden Farben ist das Ferrisalz vorzuziehen.

Ferrosulfat wird benutzt, um auf der Baumwolle Rostfarben hervorzubringen, auf gleiche Weise wie Ferrinitrat. Es wird auch benutzt, um die von gewissen Teerfarben herstammenden Farben, die mit Hilfe von Gerbstoff fixirt wurden, nachzudunkeln oder zu nuanciren.

Anwendung auf Wolle.—Das Ferrosulfat wird zwar noch als Wollbeize angewendet, aber das Salz ist

grösstenteils von Kaliumbichromat verdrängt worden. Denn obschon man zwar die Wolle damit beizen kann, wenn man dieselbe mit einer in zweckmässigem Verhältnis ausgeführten Mischung von Ferrosulfat und Weinstein kocht; so lassen sich lebhafte Farben nur bei Anwendung einer so beträchtlichen Menge Weinstein erzeugen, dass die Methode zu kostspielig ist.

Die am häufigsten befolgte Methode der Anwendung von Ferrosulfat besteht darin, dass man die Wolle vorerst in einer Abkochung des Farbstoffes siedet, bis dieser in genügender Menge aufgenommen ist, sodann demselben Bade Ferrosulfat zugesetzt, im Verhältnis von 5–8% des Gewichtes der Wolle, und das Sieden eine halbe Stunde länger fortsetzt.

Einteilung der Farbstoffe.

Unter Farbwaren werden alle diejenigen natürlich vorkommenden oder künstlich erzeugten Stoffe verstanden, welche einen Farbstoff enthalten und im Stande sind, entweder für sich allein oder in Gemeinschaft mit anderen Stoffen eine Farbe zu erzeugen und eine Gespinnst oder Gewebefaser zu färben.

Der Zahl der sich zum Färben eignenden Stoffe ist eine viel grössere, als die meisten wohl glauben; von der grossen Menge ist jedoch nur eine ver-

hälthismässig kleine Anzahl wirklich in Verwendung gezogen. Um in die immerhin noch grosse Zahl der Farbwaren ein System zu bringen, kann man dieselben einteilen in:

I. Natürliche Farbstoffe, d. h. solche, welche uns die Natur liefert, und welche je nach ihrer Herkunft wieder sich einteilen lassen in:

(*a*) tierische Farbstoffe, welche das Tierreich liefert,

(*b*) pflanzliche Farbstoffe, welche von Pflanzen abstammen,

(*c*) mineralische, welche das Mineralreich liefert.

II. Farbstoffpräparate, welche aus den natürlichen Farbstoffen mittels chemischer Methoden gewonnen werden.

III. Künstliche Farbstoffe, welche durch besondere chemische Vorgänge aus anderen Chemikalien gewonnen werden.

ROTE FARBEN.

Zum Färben dienen natürliche und künstliche Farbstoffe. Von natürlichen werden vereinzelt benutzt Cochenille, verschiedene Rothölzer, Safflor und Orlean. Am haüfigsten wird Cochenille gebraucht, zu welchem Zwecke die Seide stets mit Alaun vorgebeizt wird. Cochenille benutzt man für Karmoisin und Scharlach, Orlean giebt ein hochrot und Safflor diente für rosa Schattirungen.

Fast alle sind verdrängt durch Teerfarbstoffe. Die basischen roten Farben, wie Fuchsin, Saffran Rhodamin u.s.w. erfordern zum Färben ganz abgekochter Seide ein Seifenbad, am besten eine Lösung von Olivenölseife. Bei Schappe und Soupleseide muss man sich jedoch eines Bastseifenbades bedienen. Ohne Seifenbäder würden die Farben zu schnell auffärben und eine ungleichmässige Färbung verursachen. Die Farbstoffen werden leicht und vollständig von der Seide aufgenommen. Für helle Farben ist es ratsam, die Farbstofflösung in 2–3 Anteilen zuzusetzen. Das Farbbad braucht nicht zum Sieden erhitzt zu werden, sondern es genügt die Hantierung bei einer Temperatur von 70–75 C. Nach dem Färben wird die Seide durch ein Bad mit Essigsäure aufgefrischt oder aviviert. Den grössten tinctorialen Effekt zeigt bekanntlich Fuchsin. Mit $\frac{1}{8}$–$\frac{1}{4}$% Farbstoff erhält man schon brillante Farbtöne, während man bei den anderen basischen Farbstoffen nicht diese Farbkraft antrifft, und 2½–3% für Schattirungen gebraucht, während man bei Fuchsin nur 1% Farbstoff nötig hat. Safranin giebt bei ¼–½% hell rosa Schattierung, bei 5% carmoisin. In Verbindung mit Auramin, Benzoflavin und Thioflavin erhält man schöne scharlach Schattierungen. Leider sind die Fuchsinnuancen nicht lichtecht. Safranin ist dagegen besser.

Reinigung des Wassers für Färbereien.

Der Färber muss für seine Operationen ein möglichst reines Wasser verwenden. Die Reinigungsverfahren lassen sich einteilen in mechanische und chemische.

Mechanische Reinigung.—Zur Entfernung von Substanzen, die im Wasser nicht gelöst, sondern lediglich suspendirt sind, wie Sand, Schlamm, pflanzliche und tierische Abfälle, leitet man das Wasser in grosse Sammelbassins und lässt es in diesen so lange stehen, bis die Verunreinigungen zu Boden gesunken sind. Das überstehende klare Wasser führt man dann in ein zweites Reservoir über, wobei man Sorge trägt, das Wasser so viel wie möglich mit der Luft in Berührung zu bringen, was zweckmässig dadurch geschieht, dass man es einen Treppenfall passiren lässt. Eisensalze werden hierdurch in der Form von Oxyden niedergeschlagen, auch die Bikarbonate des Kalkes und der Magnesia verlieren beim Lüften einen Teil ihrer Kohlensaüre und die unlöslichen, einfach kohlensauren Salze fallen nieder. Zweckmässig wird das Wasser dann noch durch eine Sand oder Kiessschicht filtrirt.

Wasser mit vorübergehender Härte kann durch einfaches Kochen weich gemacht werden; die in Lösung befindlichen Bikarbonate verlieren hierbei

einen Teil ihrer Kohlensaüre und fallen aus. Da aber das Kochen längere Zeit fortgesetzt werden muss, um die Fällung vollständig zu machen, so ist aus ökonomischen Gründen dieses Verfahren für grössere Mengen Wasser nicht geeignet.

Chemische Reinigung.—Nach diesem Verfahren werden die im Wasser gelösten Substanzen durch chemische Agentien ausgefällt.

Eine vollständige Beseitigung der gelösten Stoffe kann durch Ausfällen nicht erreicht werden; hierzu würde nur die Destillation des Wassers führen. Nur die ausfällbaren Stoffe—Tonerde, Kalk, Magnesia und Eisen—sind einer bequemen Ausscheidung zugänglich, und sie sind es auch zugleich, deren Vorhandensein zu grossen Unzuträglichkeiten führt. Die nicht ausfällbaren Salze der Alkalien verbleiben demgemäss stets im Wasser, sind aber für die in Betracht kommenden Zwecke zumeist unschädlich.

Die billigsten und am besten bewährten Fällungsmittel sind Ätzkalk, Ätznatron und Soda.

Licht- und Luftechtheit.

Dem vereinten Wirken von Sonnenlicht und Luft unterliegt jeder Farbton, wenn auch bei einzelnen erst nach längerer Zeitdauer, was sich durch das Verschiessen desselben bemerkbar macht. Der

Färber besitzt kein Mittel zur Kräftigung der Luft- und Lichtechtheit, auch nur einer einzelnen Farbe und doch soll jede Farbe mehr oder minder echt sein, geringer bei solchen Stoffen, die nicht durch dem direkten Einfluss von Licht und Luft ausgesetzt sind, wie Strümpfe, Unterkleider, u.s.w., Das einzige Mittel ist die richtige Wahl des Farbstoffes. Der Echtheitsgrad lässt sich leicht durch eine Belichtungsprobe feststellen. Eine gefärbte Probe wird zur Hälfte mit einer dicht aufliegenden, aber verschiebaren Papierhülle umgeben und, nachdem auf dieser der Tag des Anfangs der Belichtung bezeichnet worden ist, die Probe ins Freie gehängt in einer Stelle, wo sie den Sonnenstrahlen möglichst ausgesetzt, aber vor Regen geschützt ist. Die Papierhülle ist dazu da, um jeden Augenblick den Grad der Einwirkung durch hinwegstreifen derselben zu erkennen. Als Maassstab, wie lange eine Farbe den Einwirkungen widerstehen muss, um sie als genügend echt zu erweisen, nimmt man mit ein oder zwei Farben, denen die Echtheit zuerkannt wird, am besten Türkischrot und ein mittleres Indigoblau, Normalbelichtungsproben. Die letztern Muster sind täglich zu beobachten, und der Tag dann festzustellen, an welchem die erste Änderung bemerkt wird. Im Sommer wird dies bei Türkischrot in 25–30 Tagen, bei Indigoblau in 12–15 Tagen, im Winter ungefähr in der doppelten Zeit eintreten.

Im Vergleich hiermit lässt sich nun die Echtheit anderer Belichtungsproben beurteilen. Allerdings ist dazu noch nötig, das Auge an scheinbar ungleichmässige, tatsächlich aber nur nach verschiedenen Richtungen hin erfolgende Veränderungen zu gewöhnen, wie solche vielfach vorkommen. So behält das verblassende Indigoblau seinen ursprünglichen matten Ton, während das lebhafte Methylenblau mehr matter als blasser wird. Der Unterschied zwischen den belichteten und unbelichteten Teilen tritt deshalb bei letzterm schärfer hervor, als bei ersterm und verleitet sehr leicht zur Meinung, dass Indigoblau lichtechter sei, als Methylenblau. Bei aufmerksamem Beobachten wird man indessen nur den Farbstoffverlust ins Auge fassen und denselben bei beiden als gleich gross erkennen.

PART VI.

DAS BRAUEN.

EINFLUSS DES BRAUWASSERS AUF DEN CHARAKTER DES BIERES.

DER Einfluss des Brauwassers auf den Charakter des Biers ist manchmal überschätzt und anderseits wieder unbeachtet gelassen worden; jedoch hat man die Tatsache festgestellt, dass die chemische Zusammensetzung des Brauwassers sowohl auf das ganze Brauverfahren wie auch auf die Qualität des fertigen Produkts einen weitreichenden Einfluss ausübt. Wir hören aber auch von Fällen, in welchen Störungen beim Brauen ungerechtfertigter Weise der Qualität des Brauwassers zugeschrieben werden.

Es ist allgemein behauptet worden, gutes Trinkwasser sei auch gutes Brauwasser, obwohl die Erfordernisse guten Brauwassers nicht völlig mit denen guten Trinkwassers identisch sind. Wenn Trinkwasser rein ist, nicht zu hart oder salzig, und frei von schädlichen Metallen und organischen Unreinigkeiten, entspricht es seinem Zweck; aber

im Brauen sind die im Wasser gelösten Mineralsalze von höchster Wichtigkeit.

Die Zusammensetzung natürlichen Wassers, das zum Brauen verwendet werden kann, ist sehr verschieden und man hat gefunden, dass diese Zusammensetzung auf den Charakter des daraus gebrauten Bieres einen entschiedenen Einfluss ausübt. Diese Ansicht herrscht besonders bei englischen Brauern vor, welche permanent hartes Wasser zur Herstellung Ales vorziehen und, wenn sie dasselbe nicht haben können, es durch Beimischung gewisser Mineralsalze künstlich härten. Dieses Verfahren ist als der "Burtonisirungs-Prozess" bekannt. Zweifellos gründet sich dieses Verfahren auf ausgedehnte Beobachtung und Erfahrung, und nach Ansicht englischer Brauer und Sachverständiger beruht die ausgezeichnete Qualität des Burton Ale, welches einen Weltruhm besitzt, auf der Tatsache, dass es aus Wasser von jener charakteristichen Zusammensetzung gebraut ist.

Die Auswahl und Einkauf der Gerste.

Bei dem Einkauf von Gerste werden die Lieferanten angehalten, Proben in einem Quantum von in der Regel 2½ kg. zur Begutachtung vorzulegen. Wer diese Vorschrift nicht erfüllt, wird zur Konkurrenz nicht zugelassen.

Die eingelieferten Proben werden zunächst darauf untersucht, ob die Gersten gesund und trocken sind, d. h. ob dieselben beim Anhauchen einer Handprobe, welche nicht wieder in die Hauptprobe zurückgegeben wird, einen reinen strohartigen Geruch zeigen und beim Hineingreifen und Durchlaufenlassen durch die Finger das für trockene Gerste charakteristische Gefühl wahrnehmen lassen.

Ebenso wird der Geschmack als Hilfsmittel herangezogen bei der vorläufigen Beurteilung, ob eine Gerste gesund ist oder nicht. Eine wesentliche Beurteilung erfahren ferner vom Drusche herrührende Beschädigungen der Spitzen, etwa vorhandener Auswuchs der Körner und eine wesentliche Verunreinigung durch fremde Samen.

Der Farbe der Gerste wird im allgemeinen wenig Gewicht beigelegt; nur dort, wo dunkle Spitzen auf Beregnung, grünlichgelbe Körner in bemerkenswerter Menge auf Unreife hindeuten, und in den Fällen, in denen die Erzeugung besonders lichter Biere in Frage kommt, gewinnt dieser an Bedeutung. Nach dieser so bereitenden Prüfung werden diejenigen Gersten, welche in den eben berührten Punkten wesentliche Mängel aufweisen, ausgeschieden; die übrigen Proben werden den folgenden Untersuchungen unterworfen:

1. der mechanischen Analyse und zwar den Bestimmungen:

(*a*) der Mehligkeit,
(*b*) der Grösse und Gleichmässigkeit der Körner durch den Sortierversuch,
(*c*) des Spelzengewichts,
(*d*) des Tausend-Körnergewichts,
(*e*) des Hektolitergewichts,
(*f*) der Keimungsenergie und Keimfähigkeit;

2. der chemischen Analyse und zwar der Feststellung:
(*a*) des Wassergehalts,
(*b*) der Stärke,
(*c*) des Stickstoffs und des daraus berechneten Proteins;

3. der Probemalzung im kleinen.

Die Bestimmung der Grösse und Gleichmässigkeit der Körner durch den Sortierversuch.

Diese Bestimmung ist von Wichtigkeit, um die Zusammensetzung der Gerste bezüglich der Gleichmässigkeit schnell zu konstatiren; dieses geschieht mittels des Steineckerschen Sortierapparates.

Dieser wird von einem kleinen Elektromotor angetrieben, wobei die im Schüttelwerk befindliche Scheibe 400 Umdrehungen in der Minute macht. Die Schütteldauer beträgt jedesmal zehn Minuten, das angewandte Gerstenquantum jedesmal 400 g..

Um eine grössere Konstanz in den Resultaten, bezw. eine sichere Unterlage für vergleichende Versuche zu erhalten, sind diese Verhältnisse genau innezuhalten. Der zur Aufnahme und zum Sortieren der Gerste bestimmte Teil des Apparats besteht aus drei übereinander gelagerten, kastenförmigen Trieurblechen. Die Schlitze des obersten zeigen eine Weite von 2·8 mm., die des zweiten von 2·5 mm. und die des untersten eine solche von 2·2 mm. Unter dem letzteren befindet sich ein Einsatz zum Auffangen des Ausputzes. Die Siebe werden vor Beginn des Versuches aufeinander gelagert, in das oberste 400 g. der zu untersuchenden Gerste gegeben und dann mit einem beigegebenen Deckel fest verschlossen. Nach zehn Minuten langem Schütteln werden die vier, die verschiedenen Sorten I, II, III und den Ausputz haltenden Kasten zusammengesetzt dem Apparat entnommen und der Reihe nach, von oben beginnend, auf ein ausgebreitetes Stück schwarzes Glanzpapier entleert. Jede einzelne Gerstensorte wird dann in eine vorher tarirte Schale gegeben und gewogen.

Der Hopfen.

Der Hopfen ist dasjenige Rohmaterial, dessen Untersuchung bezw. Bewertung das Betriebslaboratorium wenig beschäftigt. Seine Beurteilung

hat zumeist auf anderer Grundlage, als der der chemischen, mikroskopischen und biologischen Untersuchung zu geschehen und hat zur Bedingung eine genaue Kenntnis der Hopfenwarenkunde, welche sich aus einer Fülle praktischer Beobachtungen und Erfahrungen zusammensetzen muss. Das Betriebslabaratorium als solches muss sich im grossen und ganzen auf die Feststellung der Schwefelung beschränken, soweit dieselbe überhaupt von Interesse ist.

Zu diesem Zweck werden ca. 80 g. Hopfen in einen Erlenmeyer-Kolben gegeben und mit so viel destilliertem Wasser übergossen, dass der Hopfen in demselben gut eingeweicht ist und ungefähr ½ Finger breit von demselben überragt wird. Das Ganze bleibt 1½ Stunden bei Zimmertemperatur stehen. Nach Ablauf dieser Zeit wird chemisch reines Zink und so viel konzentrierte chemisch reine Salzsäure zugegeben, dass eine gelinde Gasentwickelung auftritt. Ein mit einer Lösung von essigsaurem Blei getränktes Stück Fliesspapier wird auf die Halsöffnung des Erlenmeyer-Kolbens gelegt. Eine mehr oder weniger starke Schwefelung des untersuchten Hopfens macht sich durch eine schwächere oder intensivere Braunfärbung des Fliesspapieres bemerkbar.

Als Vorbedingung für das Gelingen der Untersuchung ist erforderlich, dass das destillirte

Wasser, das Zink und die Salzsäure absolut schwefelfrei sind. Um hierüber Aufschluss zu erhalten, werden in einen Erlenmeyer-Kolben destilliertes Wasser, Zink und Salzsäure derselben Qualität und in demselben Mengenverhältnis zusammengegeben, wie sie bei der Prüfung auf Schwefelung des Hopfens Anwendung finden. Auf die Halsöffnung des Erlenmeyer-Kolbens wird wiederum ein Stückchen Fliesspapier, welches mit einer Lösung von essigsaurem Blei getränkt ist, gelegt.

Bei richtiger Beschaffenheit der genannten Reagentien darf eine Färbung des Fliesspapieres nicht eintreten.

Ausführung der Bieranalyse.

Von dem zu untersuchenden Bier werden ca. 500 ccm. auf ca. 15 C. erwärmt und aus denselben durch kräftiges Schütteln und Filtrieren die Kohlensäure entfernt. Hierzu werden zwei Erlenmeyer-Kolben und ein mit einem trockenem Falterfilter versehener Glastrichter verwendet. Ist nach wiederholtem Schütteln in dem mit der Hand verschlossenen Kolben kein Druck mehr wahrzunehmen, so ist die Entkohlensäuerung beendet. In dem entkohlensäuerten Bier wird zunächst bestimmt:

(*a*) *der scheinbare Extraktgehalt.* Ein Pyknometer wird bis etwas oberhalb der Marke mit entkohlensäuertem Bier gefüllt und während 30 Minuten

in einem Wasserbade gelassen, dessen Temperatur während dieser Zeit konstant 15 C. beträgt. Der Inhalt des Pyknometers wird auf die Marke eingestellt; letzteres selbst wird gut abgetrocknet und gewogen. Aus dem hierbei erhaltenen Gewicht, dem bekannten Gewicht des Pyknometers und dem des Wassers, welches das Pyknometer bis zur Marke fasst, berechnet sich das specifische Gewicht des Bieres.

(*b*) *der wirkliche Extraktgehalt.* Ein kleines, ca. 120 ccm. fassendes Becherglas wird tariert; in das Glas werden 75 g. entkohlensäuertes Bier gegeben. Auf einer Asbestplatte über einem mit Sternaufsatz versehenen Bunsenbrenner wird das Bier bis auf ein Drittel eingedampft. Nach dem Erkalten wird der Inhalt des Becherglases auf das ursprüngliche Gewicht mit destilliertem Wasser aufgefüllt und mit dem Glasstab gut umgerührt. Vermittelst des Pyknometers wird in derselben Weise wie beim "scheinbaren Extraktgehalt" das specifische Gewicht des entgeisteten Bieres bestimmt.

Die Ausführung ist doppelt vorzunehmen und aus den beiden Resultaten das Mittel zu ziehen.

Gährung.

Um die Würze in Bier zu verwandeln, wird sie der Gährung unterworfen. Der charakteristische

Vorgang ist hierbei die Überführung des Zuckers in Alkohol und Kohlensäure.

Eingeleitet wird der Gährungsprozess durch Zusatz von Hefe. Je nach dem Verlauf der Gährung und der innegehaltenen Temperatur hat man Untergährung und Obergährung zu unterscheiden.

Im ersten Falle setzt sich die Hefe am Boden des Gährbottichs ab. Die Würze ist auf 5° bis 10° abzukühlen. Die Gährung verläuft zwar sehr langsam, liefert aber ein sehr haltbares Bier, wie es meist in Deutschland bereitet wird.

Die Obergährung findet in kürzerer Zeit und bei höherer Temperatur statt; die Kohlensäure treibt hierbei die Hefe an die Oberfläche in den Schaum. Das erhaltene Bier ist im allgemeinen weniger haltbar als untergähriges. Bei sorgsamem Betrieb sind aber auch sehr haltbare Biere zu gewinnen, wie die in England gebrauten Biere, Porter und Ale, beweisen.

Der Gährkeller wird meistens in der Nähe des Kühlhauses, am zweckmässigsten unter demselben angelegt, um die gekühlte Würze direkt in die Gährbottiche leiten zu können. Der Keller soll gewölbt sein und bei einer Höhe von 4 bis 5 m. mindestens 1.5 m. in der Erde liegen, um von der Aussentemperatur möglichst wenig beeinflusst zu werden. Zur Entfernung der bei Gährung entstehenden Kohlensäure sind in den Mauern Kanäle

angelegt; heizbare Abzugskanäle ermöglichen auch bei Windstille ausreichende Ventilation.

Da im Gährkeller die peinlichste Sauberkeit notwendig ist, muss vor allen Dingen für reichliche Zuleitung von Wasser und für schnelle Ableitung des schmutzigen Wassers gesorgt werden; dies wird durch leichtes Neigen des Fussbodens nach einer Rinne hin erleichtert, welche das Schmutzwasser nach aussen leitet. Der Fussboden besteht aus Asphalt, Zement oder Steinplatten, und die Wände sind mit Mörtel oder Zement verputzt, noch besser mit Emailfarbe gestrichen.

Die Gährbötticke bestehen aus Eichen-, Larchen- oder Fichtenholz; solche aus Zement, Glas, Schiefer oder Eisen kommen seltener in Anwendung. Die Bötticke werden in verschiedenen Grössen von 18 bis 40 hl. Fassungsraum hergestellt. In der Wandung des Bottiches befindet sich 15 cm. über dem Boden eine Öffnung zum Ablassen des Jungbieres. Die Hefe wird durch ein Loch im Boden entfernt, das durch einen Zapfen geschlossen ist. Vor dem ersten Gebrauch müssen die Bötticke ausgedämpft oder ausgebrüht werden; sie werden innen lackiert oder mit Paraffin getränkt.

PART VII.

ELEKTROTECHNIK.

LEITUNGEN IN GESCHLOSSENEN RÄUMEN.*

DAS Leitungsmaterial richtet sich nach der Räumlichkeit. Man unterscheidet nach dieser Hinsicht trockene, feuchte und mit Gasen oder Dämpfen erfüllte Räume. Bei dem ersten Fall, der für Wohnräume stets anzunehmen ist, können die Leitungen unter Putz oder sichtbar montiert sein.

Bei sichtbaren Leitungen verwendet man Kupferdraht, der mit Hanf oder Jute umsponnen und gummiert oder asphaltiert ist. Er wird auf Porzellanrollen verlegt und an diesen mittels verzinnten Kupferdrahtes befestigt. Verlaufen mehrere Drähte parallel, so bringt man die Porzellanrollen auf gemeinsamen Leisten an, die in der Wand befestigt werden. Der Draht muss mindestens 1 cm. von der Mauer und mindestens 4 cm. von parallel verlaufenden Nachbardrähten entfernt sein. Die grösste zulässige Spannweite von Rolle zu Rolle beträgt 75 cm.

* Bernbach and Müller, "Elektrische Zentralanlage."

Bei Mauerdurchgängen lässt man am besten die Drähte frei durchgehen. Ist das nicht möglich, so bohrt man ein Loch durch die Wand, in das ein Hartgummirohr eingebracht wird. Letzteres muss an jeder Seite 1 cm. vorstehen.

In feuchten Räumen verwendet man meistens blanke Leitungen, die auf Porzellanglocken, ähnlich den Telegraphenglocken montiert sind. Diese Isolirglocken müssen stets senkrecht stehen, so dass sich in der daran angebrachten Vertiefung keine Flüssigkeit sammeln kann. Die Leitungen müssen dann so verlegt sein, dass zufällige Berührung ausgeschlossen ist.

In Räumen, die von Gasen oder Dämpfen erfüllt sind, verlegt man sogenannte Gummiadern auf Porzellanglocken. Gummiadern sind Drähte, die von einer zusammenhängenden Gummischicht umgeben und ausserdem umsponnen sind. Die Porzellanglocken werden, wenn sie in grösserer Anzahl nebeneinander vorkommen, auf eisernen Stützen befestigt, die in die Wand eingegipst werden. Gummiadern müssen auch in trocknen Räumen verwendet werden, wo Drähte durch Metallröhren zu ziehen sind, was bei Beleuchtungskörpern stets der Fall ist. Drahtverbindungen werden stets verlötet, nur an Anschlussstellen befestigt man den Draht durch Verschraubung.

Isolator für Leitungen.*

An den Stützpunkten werden die Drähte an isolirenden Körpern befestigt, an den sogenannten Isolirglocken. Als Material für die Isolatoren wählt man meistens Porzellan, da dieses dem Durchgange des Stromes einen sehr grossen Widerstand entgegensetzt. Den Widerstand, den der Isolator einer quer durch das Material gehenden Entladung entgegensetzt nennt man die Durchschlagsfestigkeit. Diese hängt von der chemischen Beschaffenheit des Rohmateriales und von der Art, wie es gebrannt ist, ferner von der Beschaffenheit der Glasur ab. Für die Form des Isolators ist der Umstand maassgebend, das die Oberflächenisolation möglichst gross ist, und das ist der Fall, wenn die Isolirglocke so geformt ist, dass grössere Teile der Oberfläche trocken bleiben. Die trockenen Teile setzen der gleichsam über die Oberfläche kriechenden Elektrizität einen grossen Widerstand entgegen. Man griff zur Glockenform, weil deren Innenseite ziemlich trocken bleibt. Für hochgespannte Ströme (3000 Volt und mehr) genügte diese Isolation noch nicht und man ging zu Ölisolatoren über. Bei den ältesten Ölisolatoren ist der Rand einer einfachen Glocke nach innen umgebogen, so dass ein Ringkanal mit Öl, einem ausgezeichneten Isolator, angefüllt wird. Bei der berühmten

* Bernbach and Müller, "Elektrische Zentralanlage."

Kraftübertragung Lauffen-Frankfurt benutzte man Ölisolatoren mit drei übereinander liegenden, für die Aufnahme des Öles bestimmten Kimmen. Es scheint jedoch, als ob sich die Ölisolatoren nicht in dem Maasse bewährt haben, wie man erwartet hatte. Meistens verwendet man jetzt als Hochstromisolatoren dreifache Glocken. Sie werden aus Hartfeuerporzellan hergestellt. Das Porzellan muss vollständig glasiert sein, da es sonst schon bei Spannungen von etwa 17,000 volt durchgeschlagen wird. Bezüglich der Dimensionem gilt der Grundsatz; je höher die Spannung, um so grösser der Isolator.

Flüssigkeitswiderstände.

Zum Anlassen grösserer Motoren verwendet man häufig Flüssigkeitswiderstände. Dieselben bestehen meist aus einem eisernen Trog, welcher mit Schwefelsäure-, Kochsalz-, Soda- oder Pottaschelösung gefüllt ist, und in den eine Elektrode, welche meist aus Eisen besteht, allmählich eingetaucht werden kann; als andere Elektrode dient die Gefässwand. Nachdem der Motor die volle Tourenzahl erreicht hat, werden die beiden Elektroden kurzgeschlossen.

Der Widerstand des Apparates ist von der Zusammensetzung der Flüssigkeit, von der eingetauchten

Elektrodenfläche und von der Entfernung der beiden Elektroden abhängig; er kann durch Änderung der Sättigung der Flüssigkeit in weiten Grenzen geändert werden. Die Elektroden-Dimensionen und das Sättigungsverhältniss, welche den richtigen Widerstand ergeben, sind durch Versuche festzustellen. Zu beachten ist, dass ein einmal eingestellter Widerstand sich durch elektrolytische Wirkungen stark ändern kann.

Die Flüssigkeitsmenge wird durch die Energieaufnahme bestimmt; man kann z. B. einen Motor von 25 PS mit etwa 5 Liter Flüssigkeit anlassen, erhält also kleine Dimensionen.

Hierin und in der Möglichkeit, den Widerstand durch allmähliches Eintauchen der einen Elektrode vollständig gleichmässig zu ändern, besteht der Vorteil der Apparate.

Auch zu Versuchszwecken finden Flüssigkeitswiderstände als Ballastwiderstände Anwendung. Man wählt hierbei die Stromdichte an den Elektroden zu 0·3–0·4 $\frac{\text{Amp}}{\text{Cm}^2}$ und eine Flüssigkeitsmenge von 7 Litern für ein aufzunehmendes K.W.

Die Belastungsgrenze der Dynamomaschinen.

Eine Dynamomaschine, die eine bestimmte Spannung zwischen ihren Klemmen erzeugt, liefert einen

Strom nach dem Ohmschen Gesetz, d. h. man braucht nur einen genügend kleinen Widerstand zwischen die Klemmen zu legen, so wird der Strom beliebig stark. Angenommen, dass die Kraftmaschine genügend stark ist, und dass die Erregung der Maschine so hoch getrieben werden kann, dass die Spannung bei der Strombelastung nicht zu sehr zurückgeht, hat die Stromabnahme dennoch eine praktische Grenze. Auch die Veränderung der Tourenzahl hat eine obere Grenze, so dass auch dadurch die abgenommene Leistung nicht beliebig hochgetrieben werden kann. Die Tourenzahl ist durch die Konstruktion des Ankers und durch die zur Verwendung kommenden Materialien begrenzt, die der Centrifugalkraft ausgesetzt sind. Die Grenze der Stromabnahme ist durch die Erwärmung festgelegt, die infolge der Leistungsverluste in der Maschine entsteht. Die Isolationsmaterialien vertragen keine höhere Temperatur als etwa 100°. Die Stromwärme ensteht infolge des Widerstandes der Wicklungen, der Widerstand ist aber wiederum durch das Material der Wicklung festgelegt. Damit die erzeugte Wärmemenge ausstrahlen kann, rechnet man auf 1 Watt Verlust ungefähr 10 qcm. Oberfläche. Bisweilen ist die Belastungsgrenze der Dynamomaschinen auch durch das Feuern der Bürsten festgelegt. Es giebt Maschinen, bei denen über eine gewisse Stromstärke hinaus keine Funken-

lose Bürstenstellung mehr gefunden werden kann. Bei guten Maschinen liegt die Funkengrenze höher als die Erwärmungsgrenze.

Tourenzahl des Ankers durch Veränderung der Bürstenstellung.

Schaltet man eine Gleichstrommaschine deren Erregerstromkreis unterbrochen ist entweder direkt an eine Erregerstromquelle von geringer (ca. $\frac{1}{5}$ bis $\frac{1}{15}$ der Normal-Maschinenspannung) oder in Hintereinanderschaltung mit einem entsprechenden Widerstand an eine solche von höherer Spannung, so wird bei einer gewissen Bürstenstellung die Maschine zu laufen beginnen. Man kann dann entweder durch Veränderung der Bürstenstellung oder noch besser durch Veränderung der Ankerspannung jede gewünschte Tourenzahl des Ankers erzielen. Die Grösse des von dem Anker aufgenommenen Stromes wird hierbei sowohl von der Leistung der Maschine (bzw. ihrem Ankerwiderstande) als auch von der Bürstenstellung abhängen. Es sei hier gleich bemerkt, dass bei günstiger Bürstenstellung in den meisten Fällen eine Erhöhung der Tourenzahl bis auf das $1\frac{1}{2}$-fache erzielt werden kann, ohne dass eine nennenswerte Funkenbildung am Kommutator auftritt. Auf den ersten Blick würde es scheinen, als ob der Anker in solch einem Falle nur in dem

durch die Remanenz erzeugten Felde liefe, und auch die Ankertourenzahl nur von der Grösse dieses Feldes abhinge. Dies ist jedoch nicht der Fall; der von einem Strome durchflossene Anker erzeugt nämlich ein Feld, dessen Lage von der Bürstenstellung abhängig ist, und dieses Feld ist es hauptsächlich, das eine Drehung des Ankers bewirkt. Das Feld in welchem der Anker sich dreht wird hauptsächlich vom Ankerstrom selbst erzeugt und nicht vom remanenten Magnetismus. Der Beweis für diese Behauptung ist experimentell sehr leicht zu erbringen. Würde die Ankerbewegung zum grössten Teile oder nur durch den remanenten Magnetismus erzeugt werden, so müsste, wenn man bei unveränderter Bürstenstellung den Ankerstrom umkehrt, auch die Drehrichtung des Ankers sich ändern. Dies ist jedoch nicht der Fall, vielmehr dreht sich der Anker in derselben Richtung weiter, ja es ändert sich seine Tourenzahl nicht oder nur ganz unwesentlich, was darauf hindeutet, dass der remanente Magnetismus einen sehr geringen Einfluss auf die Ankerdrehung ausübt. Mit den Bürsten in der neutralem Zone läuft die Maschine überhaupt nicht an. Verschiebt man die Bürsten bis unter die Polspitzen, so erreicht der Anker seine grösste Tourenzahl, um bei weiterer Bürstenverschiebung immer langsamer und langsamer zu laufen und endlich stehen zu bleiben. Je nachdem man die

Bürsten von der neutralen Zone nach der einen oder der anderen Richtung verschiebt, ändert sich auch die Drehrichtung.

Transformatoren.

Der Transformator ist ein Apparat für Wechselströme ohne bewegte Teile zur Umwandlung elektrischer Energie. Er hat den Zweck, Wechselströme niedriger Spannung unter grosser Stromstärke in Wechselströme hoher Spannung und kleiner Stromstärke umzuwandeln oder umgekehrt. Der Transformator für einphasigen Wechselstrom besteht aus einem zerteilten Eisenkern und zwei Drahtwickelungen. Wir wollen annehmen, dass durch die dickdrähtige P und S Wickelung der zu transformirende Wechselstrom geschickt wird, dass also die Enden der dickdrähtigen Wickelung P. mit der Leitung verbunden seien. Wir nennen dann P die primäre Wickelung und S die sekundäre. In der Regel liegt die dickdrähtige Wickelung auf dem Eisenkern—natürlich gegen diesen sorgfältig isoliert. Da zwischen den primären und sekundären Windungen grosse Spannungen vorkommen, so müssen auch die beiden Wickelungen durch geeignete Materialien sorgfältig gegeneinander isoliert werden. Nach den Vorschriften des Verb. Deutscher Elektrotechniker muss die Isolation so stark sein, dass sie ½

Stunde lang die doppelte höchste Betriebspannung aushält, ohne dass zwischen der primären und sekundären Wickelung oder zwischen der Wickelung und dem Eisenkörper ein Durchschlagen erfolgt. Übersteigt die Höchstspannung 5000 Volt, so genügt bei der Prüfung eine Überspannung von 5000 Volt. Fliesst durch die primäre Wickelung ein Wechselstrom, so wird ein wechselndes magnetisches Feld erzeugt, d. h. ein Feld das bezüglich der Stärke und der Richtung der Kraftlinien ähnlichen Variationen unterworfen ist, wie der das Feld hervorrufende Strom. Da die sekundären Windungen fortwährend von Kraftlinien geschnitten werden, so wird in ihnen eine elektromotorische Kraft erzeugt. Verbindet man daher die sekundären Klemmen mit einem Leiter, so fliesst durch diesen ein Wechselstrom. Die Periodenzahl des sekundären Stromes stimmt offenbar mit derjenigen des primären überein.

Wenn die sekundäre Spule keinen Strom abgibt —Leerlauf—so verhält sich der Transformator wie ein Elektromagnet bezw. wie eine Drosselspule. Es ist dann die Selbstinduktion so gross, dass kein starker Strom zustande kommen kann.

ASYNCHRONE EINPHASENMOTOREN.

Man wendet den Einphasenstrom eben nur da an, wo die Benutzung elektrischer Energie für Kraftzwecke gegenüber der Verwendung für Beleuchtungszwecke eine untergeordnete Rolle spielt.

Wenn der Anker ruht, so wird durch das pulsirende bezw. oscillirende Feld des Stators in dem Rotor ein Feld erzeugt. Da aber dieses Feld seiner Richtung nach mit dem Statorfelde zusammenfällt, so üben die Felder kein Drehmoment aus. Ist der Motor auf Touren gebracht, so wird in den rotirenden Ankerdrähten eine neue elektromotorische Kraft induziert, und die Achsen der beiden Felder bilden einen Winkel von nahezu 90°; Ankerfeld und Läuferfeld setzen sich zu einem Drehfelde zusammen. Mit der Belastung wird der Winkel der beiden Felder immer kleiner; wenn er Null Grad beträgt so verhält sich der Motor wie beim Einschalten, er fällt aus dem Tritt und bleibt stehen.

Da der Motor nur dann arbeitet, wenn sich sein Anker nahezu synchron mit dem Wechselfelde dreht, so muss er vor der Belastung künstlich auf Touren gebracht werden. Zu diesem Zwecke lässt man ihn beim Einschalten als Zweiphasenstrommotor laufen, indem man den Ständer mit einer zweiten Wickelung versieht, die räumlich gegen die Hauptwickelung um 90° versetzt ist. Diese zweite Wickelung

nennt man die Hilfswickelung. Wir wollen annehmen, dass die beiden Wickelungen parallel geschaltet seien. Der Motor würde sich nun beim Anlaufen genau so wie ein Zweiphasenmotor verhalten, wenn die beiden Ströme um 90° gegeneinander verschoben wären. Diese Verschiebung kann man praktisch nicht erreichen, weil in der Hauptwickelung der Strom eine grössere Phasenverschiebung besitzt. Die Phasenverschiebung in der Hauptwickelung kann man durch Einschaltung eines Kondensators oder durch Vergrösserung des Ohmschen Widerstandes verringern. Anderseits muss man die Phasenverschiebung des durch die Hilfswickelung fliessenden Stromes möglichst gross machen. Da die Phasenverschiebung mit der Selbstinduktion wächst, so erhöht man die Selbstinduktion in der Hilfswickelung dadurch, dass man eine Drosselspule vorschaltet.

PART VIII.

INGENIEURWESEN.

Die Normale Pendeldampfmaschine.

Aus der Hauptdampfleitung gelangt der Dampf, nachdem er einen Wasserabscheider passiert hat, durch sein Haupteinlassventil in die Dampfmaschine, in der sein Ausdehnungsbestreben in bekannter Weise zur Arbeitsleistung dadurch ausgenützt wird, dass man den Dampf auf den Kolben im Arbeitszylinder einwirken lässt und die Bewegung des Kolbens vermittelst der Kolbenstange, Gradführung und Pleuelstange auf die Kurbelachse überträgt. Je nachdem nun die Expansion des Dampfes in einem einzigen oder in mehreren hintereinander geschalteten Zylindern erfolgt, unterscheidet man Einfach- und Mehrfach- Expansionsmaschinen, Die Entscheidung der Frage, welche von beiden Maschinenarten im gegebenen Falle den Vorzug verdient, ist abhängig von der Spannung des zur Verfügung stehenden Dampfes und von der

Leistung, welche die Maschine entwickeln soll. Für einen Dampfüberdruck bis zu einer oberen Grenze von etwa 6 Atm. und kleinere Leistungen verwendet man am besten Einzylinderdampfmaschinen und für grössere Leistungen eine Kombination zweier solcher, die sogenannten Zwillingsmaschinen mit einstufiger Expansion, da die wesentlich teureren Mehrfachexpansionsmaschinen in diesem Falle nicht günstiger arbeiten. Steht dagegen Dampf von mehr als 6 Atm. Überdruck zur Verfügung, so empfiehlt sich auch für kleinere Leistungen die Verwendung von Mehrfachexpansionsmaschinen, weil dieselben die Anwendung höherer Dampfspannungen und damit eine wesentlich günstigere Ausnutzung des Brennstoffes gestatten, als Maschinen mit einfacher Expansion.

Die Mehrfachexpansionsmaschinen zerfallen in solche mit zweifacher und mit dreifacher Expansion, die ersteren heissen Verbund- oder Compound-Dampfmaschinen, und die letzteren Dreifachexpansions- oder Tripleexpansionsmaschinen. Die Verbundmaschinen kommen für Dampfeintrittspannungen bis zu etwa 9½ Atm., entsprechend ca. 10 Atm. Kesselüberdruck, in Betracht, während die letzteren bei darüber hinausgehenden Einlassspannungen und im allgemeinen nur für ganz grosse Leistungen Anwendung finden.

Die Verbundmaschinen besitzen zwei Arbeitszylinder, die entweder nebeneinander oder hintereinander angeordnet werden; im letzteren Falle bezeichnet man sie als Tandemmaschinen. Selbstverständlich können zwei Verbundmaschinen mit hintereinander liegenden Zylindern zu einer Zwillingsverbundmaschine mit zwei nebeneinander liegenden Zylinderpaaren in einer den Zwillingsmaschinen mit einstufiger Expansion analoger Weise vereinigt werden; solche Maschinen kommen nur für sehr grosse Leistungen in Frage.

Die Dreifachexpansionsmaschinen haben drei Arbeitszylinder, von denen der Hoch- und Mitteldruckzylinder gewöhnlich hintereinander und der Niederdruckzylinder neben den ersteren angeordnet werden; der letztere wird indessen häufig in zwei ebenfalls hintereinander angeordnete Zylinder zerlegt, infolgedessen eine Zwillingsverbundmaschine mit einer vierzylinderigen Dreifachexpansionsmaschine äusserlich grosse Ähnlichkeit hat.

Bei Maschinen mit nebeneinander liegenden Arbeitszylindern und einer entsprechenden Anzahl von Kurbeln werden die letzteren im Interesse der grösseren Gleichförmigkeit des Ganges auf der Maschinenachse gegeneinander versetzt angeordnet, bei einer Zweizylindermaschine beispielsweise derart, dass die eine Kurbel der anderen um etwa 90° voreilt. Da nun auch die Kolbenstellungen um

einen entsprechenden Betrag gegeneinander verschoben sind, so bedingt diese Anordnung bei Mehrfachexpansionsmaschinen der in Rede stehenden Bauart die Anwendung einer Dampfkammer zwischen je zwei Expansionsstufen, die gewissermaassen Sammelbassins für den Dampf bilden, der aus den vor ihnen liegenden Zylindern strömt und nachher in den dahinter liegenden Zylindern die Expansionsarbeit fortsetzt. Diese Dampfkammern, in denen der Dampf zur Ruhe kommt, heissen Receiver; bei Verbundmaschinen in Tandemanordnung fällt der Receiver weg.

Der Wasserreiniger.

Der Wasserreiniger ist ein Apparat, welcher das Speisewasser von seinen Kesselstein bildenden Bestandteilen, hauptsächlich schwefelsaurem sowie doppeltkohlensaurem Kalk und kohlensaurer Magnesia, befreit. Es empfiehlt sich daher, bei der Einrichtung einer Dampfkraftanlage das in Aussicht genommene Speisewasser auf den Gehalt von Kesselsteinbildnern chemisch untersuchen zu lassen, um ein Urteil darüber zu gewinnen, ob eine Wasserreinigung erforderlich ist oder nicht. Die Wirkung der technischen Wasserreiniger, für die es eine grössere Zahl von Konstruktionen gibt, beruht darauf, dass das Speisewasser in einem

Behälter mit Dampf vermischt und so auf eine Temperatur von etwa 80° C. gebracht wird; hierbei verwandelt sich der in Wasser vorher gelöste doppeltkohlensaure Kalk in fast unlöslichen kohlensauren Kalk, indem die Wärme ein Molekül Kohlensäure austreibt. Dasselbe gilt für die kohlensaure Magnesia. Zwecks Ausscheidung des schwefelsauren Kalkes genügt es, dem kalten Speisewasser kohlensaures Natron zuzusetzen. Überwiegt der Gehalt an Magnesia denjenigen an schwefelsaurem Kalk, so ist die warme Reinigung am Platz, im anderen Falle dagegen die kalte Reinigung. In beiden Fällen lagern sich die festen Bestandteile am Boden des Reinigers ab und werden von Zeit zu Zeit entfernt. Das gereinigte Wasser passirt gewöhnlich noch eine Filter, bevor es in den Kessel geleitet wird.

Sicherheitsventile.

Sicherheitsventile sind die wichtigsten Sicherheitsapparate eines Dampfkessels. Man unterscheidet innere und äussere Sicherheitsventile. Äussere Sicherheitsventile öffnen sich nach aussen, wenn der Dampfdruck im Kessel eine gewisse Grenze überschreitet, und lassen nun so lange Dampf abströmen, bis die Dampfspannung wieder unter diese Grenze herabgegangen ist, in welchem Falle sie sich von selbst wieder schliessen.

Die inneren Sicherheits- oder Luftventile hingegen öffnen sich nach innen, wenn der Druck im Inneren des Kessels, vielleicht durch Abkühlung bei Unterbrechung der Feuerung, unter eine gewisse Grenze hinabgeht, und lassen so lange Luft von aussen nach innen strömen, bis die Spannung im Kessel beinahe dem Atmosphärendrucke gleichkommt. Während die äusseren Sicherheitsventile das Zerreissen der Dampfkessel durch den Dampfdruck verhindern sollen, haben die inneren Sicherheitsventile den Zweck, das Zerdrücken desselben durch den Atmosphärendruck zu verhindern. Man kann leicht ermessen, dass die inneren Sicherheitsventile oder sogenannten Luftventile nur dann in Wirksamkeit treten, wenn sich nach Beendigung der Feuerung eines Kessels die Dämpfe im demselben condensiren.

Nach der Art und Weise, wie die Sicherheitsventile beschwert werden, um dem Dampfdrucke das Gleichgewicht zu halten, hat man die Ventile mit direkter Belastung zu unterscheiden von den Ventilen mit indirekter oder Hebelbelastung. Die Ventile der ersten Art werden vorzüglich bei mässigen Dampfspannungen angewendet, wogegen man sich der letzteren mehr bei starken Dampfspannungen bedient, um weniger Belastung nötig zu haben. Bei jenen liegt die einen Cylinder bildende Belastung unmittelbar auf der oberen

Fläche des Ventiles, bei diesen hingegen hängt sie an dem längeren Arme eines einarmigen Hebels, und wirkt so dem am kürzeren Arme von unten nach oben auf das Ventil drückenden Dampfe entgegen. Noch hat man auch Ventile mit Federdruck; wegen der grossen Veränderlichkeit der Federkraft gewähren jedoch diese nicht hinreichende Sicherheit.

Die Dreifachexpansionsmaschine des Dampfers "Kaiser Wilhelm der Grosse."

Die Maschinen, in Ausführung und Aufbau naturgemäss vollkommen gleich, sind Dreifachexpansionsmaschinen mit 4 Cylindern. In den Hochdruckcylinder von 1320 mm. Durchmesser tritt der Dampf mit einer Spannung von 12·5 kg. f.d. qcm. ein, die Verteilung besorgt ein Kolbenschieber. Von dem Hochdruckcylinder galangt der Dampf in den nebenliegenden Mitteldruckcylinder von 2280 mm. Durchmesser, bei dem zwei Kolbenschieber der Dampfverteilung dienen, und verrichtet dann in den beiden Niederdruckcylindern von je 2450 mm. Durchmesser seine letzte Arbeit. Zwei Flachschieber mit doppelten Schieberkanälen sorgen für die Dampfverteilung bei den beiden Niederdruckcylindern. Die wirksamen Cylinderquerschnitte stellen eine Fläche von 10,165 qm. dar. Der gemeinsame Hub in allen Cylindern beträgt

1750 mm. Von jedem Cylinder aus wird mit einer 3·5 m. langen Schubstange die Kraft auf die Kurbelwelle übertragen, die, aus Nickelstahl hergestellt, 600 mm. stark und auf 240 mm. Durchmesser durchbohrt ist. Das Gewicht der Kurbelwelle beträgt nicht weniger als 83,000 kg. Die Kurbelwelle ist in dem nächstigen gusseisernen Untergestell der ganzen Maschine in 8 Lagern sicher gelagert. Auf diesen Grundplatten erheben sich 16 Ständer aus Gusstahl, von denen immer je 4 einen Cylinder tragen. Der Antrieb der Schieber erfolgt von der Kurbelwelle aus durch Excenter. Als Umsteuervorrichtung dient eine Stephenson'sche Kulisse. Die Maschine hat eine Höhe von 10 m., eine Länge von 12 und eine Breite von 4·6 m.

Die Kondensation ist ihrem Antrieb nach ganz unabhängig von der Hauptmaschine ausgeführt. Für jede Maschine werden die Luftpumpen von je zwei Dampzylindern unmittelbar angetrieben.

Von der Dampfkraft ist zu den verschiedensten Zwecken der ausgiebigste Gebrauch gemacht. Nicht weniger als 68 Maschinen mit 124 Cylindern sind über das ganze Schiff verteilt. Der Erzeugung des elektrischen Stromes, der seiner bequemen Verteilung wegen ausser zu Beleuchtungszwecken auch zum Antrieb von Motoren Verwendung findet, dienen allein 4 Verbunddampfmaschinen von je 100 PS.

Zulässige Beanspruchung und Sicherheitsgrad.

Die auf Maschinen- und Baukonstruktionen wirkenden äusseren Kräfte dürfen die Körper nie soweit belasten, dass die dadurch wachgerufenen inneren Spannungen die Elastizitäts- oder Bruchgrenze erreichen. Die praktisch zulässige Belastung, der ein Körper pro Quadrateinheit seiner Querschnittsfläche noch ausgesetzt werden darf, nennt man die zulässige Beanspruchung des Materials, und dieselbe muss soweit unter der Elastizitätsgrenze liegen, dass nie eine bleibende Formveränderung zu befürchten ist. Häufig wiederkehrende, und in ihrer Richtung wechselnde Belastungen beanspruchen die Körper ungünstiger, als ruhende und in ihrer Richtung konstante Belastungen. Im ersteren Falle müssen daher die zulässigen Beanspruchungen kleiner genommen werden als im letzteren. Auch kann die zulässige Beanspruchung bei Konstruktionen, die nur für kürzere Zeit errichtet werden, z. B. Baugerüsten, grösser genommen werden, als bei solchen die für die Dauer bestimmt sind. Am kleinsten ist sie zu wählen bei Konstruktionen, welche Stösse auszuhalten haben.

Die zulässige Beanspruchung wäre hiernach am besten als ein bestimmter Teil der Belastung an

der Elastizitätsgrenze zu wählen. Die Bruchbelastung eines Materials lässt sich jedoch leichter bestimmen als die Elastizitätsgrenze, und nimmt man deshalb als zulässige Beanspruchung einen Teil der Bruchbelastung, wählt diesen aber so klein, dass die zulässige Beanspruchung sicher unter der Elastizitätsgrenze bleibt.

Die Zahl, welche angiebt, den wievielten Teil der Bruchbelastung man als zulässige Beanspruchung nimmt, nennt man den Sicherheitsgrad.

Die Wahl des Sicherheitsgrades ist Erfahrungssache. Folgende Tabelle giebt eine kurze Zusammenstellung bewährter Sicherheitsgrade:

Material.	Sicherheitsgrade, bei.		
	Zeitweiliger Konstruktion.	Dauernder Konstruktion.	Stössen unterworfener Konstruktion.
Gusseisen	4	Zug 4–5 Druck 8	10
Schmiedeeisen und Stahl	4	4–5	10
Zimmerwerk	4	10–20	—
Mauerwerk	—	10–20	—

Schmiedeeiserne Brücken.

Das Schmiedeeisen ist in der neuesten Zeit das gewöhnlichste Material zur Construction der Brücken, es hat dasselbe eine grössere Zug- und Biegungsfestigkeit als das Gusseisen, und besitzt

nicht die Sprödigkeit des letzteren, vermöge welcher das Gusseisen bei Stössen und Schwingungen leicht in Stücke zerbricht. Deshalb kann man denn auch den schmiedeeisernen Trägern die einfache Balkenform geben, wogegen gusseiserne Träger, namentlich, wenn dieselben eine grössere Länge haben, die dem Zerdrücken mehr widerstehende Bogenform erhalten müssen. Aus diesem Grunde lassen sich auch bei den schmiedeeisernen Brücken die grössten Spannweiten erreichen. Übrigens haben die schmiedeeisernen Brückenträger mit den Brückenträgern aus Gusseisen und aus Holz vor den steinernen Brückenbogen den grossen Vorzug, dass sie die Brückenbahn nicht bloss von unten, sondern auch von oben, sowie in jedem beliebigen Punkte ihrer Höhe unterstützen können.

Zu kurzen Brücken verwendet man jetzt sehr häufig I-förmig gewalzte eiserne Träger; auch bildet man schmiedeeiserne Träger aus zwei gewalzten Eisenschienen, wovon die eine gekrümmt ist, und dadurch entweder ein in der Mitte verstärkter Träger, oder ein Bogenträger entsteht, wobei der Zwischenraum mit Eisenblech ausgefüllt werden kann.

Grössere Brücken werden vollständig aus Eisenblech zusammengesetzt. Es gehören hierher vor allem die Röhrenbrücken (tubular bridges) von Stephenson und zwar die Conway-Brücke und die

Britannia-Brücke. Die erstere besteht aus zwei neben einander liegenden Röhren, wovon jede 424 Fuss lang, 14 Fuss breit, 22½ Fuss hoch an den Enden und 25½ Fuss hoch in der Mitte ist, und ein Gewicht von 1446 Tonnen (à 2172 Pfund Preuss) hat. Die Britannia-Brücke, welche wie die Telford'sche-Kettenbrücke über den Menai-Meeresstrom führt, besteht aus vier Brückenfeldern, zwei von je 460 Fuss und zwei von je 230 Fuss Länge, und hat im Ganzen eine Länge von 1513 Fuss. Die Breite dieser Brücke ist 14 Fuss 8 Zoll, die Höhe derselben an den Enden 22 Fuss 9 Zoll und in der Mitte 30 Fuss. Zu jeder Röhre waren nötig: 2830 Tonnen ebenes Eisenblech, 594 Tonnen Winkeleisen, 418 Tonnen T. Rippen, 336 Tonnen Nieten, und ausserdem noch 1000 Tonnen gusseiserne Rahmen u. s. w.; es wiegt folglich eine Röhre im Ganzen 5178 Tonnen. Durch jede Röhre führt ein Eisenbahngeleise.

PRINTED BY WILLIAM CLOWES AND SONS, LIMITED,
LONDON AND BECCLES.